



Universidad de Alicante

Adquisición de habilidades cognitivas. Factores en el desarrollo inicial de la competencia experta

Raquel Gilar Corbi

Tesis de Doctorado

Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales

Director: Dr. D. Juan L. Castejón Costa

2003

UNIVERSIDAD DE ALICANTE

Departamento de Sociología II, Psicología, Comunicación y Didáctica

Doctorado en Diseño, Orientación e Intervención Psicopedagógica



Adquisición de habilidades cognitivas. Factores en el desarrollo inicial de la competencia experta

Tesis Doctoral

Presentada por:
Dña. Raquel Gilar Corbi

Dirigida por:
Dr. Don Juan L. Castejón Costa

Alicante, Septiembre de 2003

A mi marido Carlos
y a mi abuelo José.
Dos expertos en
hacer que la vida
sea más agradable



ADQUISICIÓN DE HABILIDADES COGNITIVAS. FACTORES EN EL DESARROLLO INICIAL DE LA COMPETENCIA EXPERTA.

INDICE



Presentación

El presente trabajo forma parte del proyecto de investigación que con el título "*Conocimiento y habilidades en el desarrollo inicial de la competencia experta*" ha sido subvencionado con cargo al Fondo Nacional de Desarrollo de la Investigación Científica y Técnica, dentro del *Programa Nacional de Promoción General del Conocimiento*, modalidad de investigación básica (P1), de la Secretaría de Estado de Política Científica y Tecnológica, dependiente del *Ministerio de Ciencia y Tecnología*, para realizar en el trienio 2001-2003 (referencia BSO2000-0052), cuyo investigador principal es D. Juan Luis Castejón Costa. Este proyecto, por sus características, fue seleccionado por el Comité de Expertos de evaluación de proyectos de investigación del Programa

Nacional de I+D de la convocatoria del 2000, como susceptible de asignación de becario de Formación de Personal Investigador mediante concurso nacional, según aparece publicado en el BOE de 22 de enero de 2001, dicha beca fue adjudicada a la autora de este trabajo.

Nuestro trabajo tiene como objetivo principal, la formulación de un modelo explicativo de la adquisición del aprendizaje complejo, y por extensión, del desarrollo inicial de la competencia experta en un dominio específico. Modelo que tiene en cuenta los principales aspectos que están presentes en los distintos modelos teóricos elaborados hasta ahora para explicar la adquisición de la competencia. En este modelo, se incluye uno de los factores considerados clave en el desarrollo de la competencia experta, la habilidad para organizar los conocimientos (Ceci, 1998; Charness y Schultetus, 1999; Ericsson y Lehmann, 1996; Glaser, 1991; Sternberg y Grigorenko, 2003). Otro factor a considerar, es la habilidad intelectual general y su relación con la competencia experta en general, así trataremos de responder a la cuestión de si la competencia experta es el resultado de un mayor nivel de habilidad intelectual y/o de un conocimiento más organizado. A estos factores se añade la motivación, el empleo de estrategias, así como el tipo de instrucción recibida.

Este conjunto de factores se analizan en individuos que consideramos se encuentran en la fase de desarrollo inicial de la competencia experta; un grupo de alumnos universitarios, estudiantes de segundo ciclo, matriculados en la licenciatura de Psicopedagogía. En los que se estudian los procesos y resultados de la adquisición de un aprendizaje complejo, dentro de un dominio específico de contenido, y en el ambiente real de aprendizaje de una materia perteneciente a ese dominio.

El método utilizado combina distintas orientaciones metodológicas, que incluyen desde procedimientos cualitativos a poderosas técnicas estadísticas como son los modelos de estructuras de covarianza.

El trabajo se estructura en dos grandes bloques, el primero de ellos contiene la parte teórica dedicada a profundizar en los distintos aspectos y modelos explicativos de la adquisición de los conocimientos, las habilidades y la competencia experta en general, y el segundo incluye la parte empírica donde se describe la investigación realizada y los resultados de la misma.

En el marco teórico que sirve de base al presente trabajo confluyen dos grandes ámbitos de investigación, tradicionalmente separados, el estudio de las habilidades cognitivas y la competencia experta. Estos dos campos se extienden al estudio de la inteligencia, la adquisición del conocimiento y las habilidades, y el estudio del comportamiento y la competencia experta. A lo largo de este trabajo abordaremos todos estos aspectos.

En el primer capítulo del trabajo se presenta un análisis de la adquisición de las habilidades cognitivas, tanto generales como específicas, así como un análisis de las fases de adquisición de habilidades. También se incluye el estudio de las habilidades presentes en la competencia experta en diferentes dominios. En el segundo capítulo estudiamos las relaciones entre inteligencia y competencia experta, e inteligencia y adquisición de conocimientos y habilidades en dominios complejos de aprendizaje. En el tercer capítulo analizamos con detenimiento el papel del conocimiento en el desarrollo de la competencia y de los procedimientos existentes para el estudio de ese conocimiento, así como el cambio conceptual. En el cuarto capítulo abordamos el estudio del papel de dos factores no intelectuales, la motivación y la práctica, en la adquisición de la competencia, para

posteriormente, en el quinto capítulo analizar el papel de la instrucción en la adquisición de habilidades intelectuales y en el cambio conceptual. En el capítulo sexto analizamos las características de los estudios existentes sobre la competencia experta, para acabar formulando, en el último capítulo de esta parte teórica, un modelo explicativo de la adquisición de la competencia experta, en el que se integran todos los elementos anteriores.

En la parte empírica se plantean los objetivos e hipótesis del trabajo, la metodología utilizada y los distintos resultados obtenidos, atendiendo tanto a las hipótesis formuladas como al tipo de análisis estadísticos realizados, para finalizar con la discusión de los mismos y el establecimiento de conclusiones e implicaciones, tanto para el campo académico como profesional.

Capítulo 1. Adquisición de habilidades cognitivas

El estudio de la adquisición de las habilidades cognitivas presenta una gran complejidad, debido a la diversidad de perspectivas y acercamientos realizados al tema. Las revisiones recientes de Voss, Wiley y Carretero (1995), VanLehn (1996, 1999), Rosenbaum, Carlson y Gilmore (2000), son una muestra de esta diversidad de acercamientos teóricos y metodológicos. De acuerdo con estas revisiones hemos elaborado el esquema que aparece en la tabla 1, en el que se presentan los tipos de habilidades, las fases de adquisición y los aspectos instruccionales ligados a su aprendizaje.

La adquisición de las habilidades cognitivas tiene sus raíces en el estudio de la solución de problemas, por lo general problemas libres de contenido, como puzzles y similares, en los que el individuo tenía que explicar sus razonamientos en voz alta mientras resolvía el problema. Las transcripciones de estos protocolos verbales ofrecían los fundamentos empíricos para el desarrollo de modelos computacionales de la solución general de problemas. Newell y Simon (1972) fueron dos de los autores

más representativos de esta orientación. Posteriormente se desarrollaron dos temas relacionados con la adquisición de habilidades cognitivas: la toma de decisiones y el razonamiento.

En lo referido a la toma de decisiones los investigadores estudiaron la forma en que las personas hacían una elección bajo circunstancias de incertidumbre, y en cuanto al razonamiento estudiaron cómo se llegaba a una conclusión a partir de una combinación de inferencias mentales. En cierto sentido, la toma de decisiones y el razonamiento son también formas de resolver problemas, aunque en estos casos se atendía más a los estados mentales intermedios que a las acciones físicas que se analizaban en los estudios iniciales sobre solución de problemas.

En la década de los 70, los investigadores comenzaban a estar interesados en la forma en que se resuelven problemas que requieren mucho más conocimiento que los problemas de puzzles simples. Como son los problemas de ajedrez, física, matemáticas, programación de ordenadores, diagnóstico médico, etc. La solución de este tipo de problemas, mucho más cercanos a los problemas reales, requiere la adquisición de un conocimiento previo en un dominio, durante un largo periodo de tiempo previo.

Tabla 1. *Esquema de los distintos acercamientos al estudio de las habilidades cognitivas.*

Tipo de habilidad	Fases de adquisición	Aspectos instruccionales
Habilidades cognitivas generales	Inicial - Adquisición de información - Comprensión situada en el contexto específico - Imagen holística de un concepto enraizado en la realidad que experimenta	Explicación y discusión para la comprensión
	Intermedia - Formación de redes de conocimiento interrelacionado e integrado. Esquematización de imágenes - Aplicación de conocimientos a nuevas situaciones - Aplicación de 1 principio - Aplicación de múltiples principios - Generalización y descontextualización del conocimiento - Modelos mentales flexibles	Uso de ejemplos y solución analógica de problemas Autoexplicaciones
	Final - Aplicación autónoma y automatizada - Aplicación correcta de la operaciones en nuevos contextos - Se construye la teoría en relación al esquema	Práctica independiente Transferencia
Habilidades cognitivas relacionadas con un Dominio: Matemáticas Física Historia Ciencias Lenguaje		Análisis de los conocimientos previos. Cambio conceptual. Conocimiento procedimental. Representación del problema. Causación histórica. Razonamiento formal e informal Comprensión y escritura de textos Contexto social y adquisición de habilidades cognitivas: El aprendizaje situado.

El estudio de problemas de un dominio rico en conocimiento se hace comparando la solución de personas noveles y expertas en ese dominio. Esta línea de trabajo sirve de puente para unir la investigación sobre adquisición de habilidades cognitivas generales con la línea de trabajo sobre las características de la conducta y la competencia experta, aunque una y otra mantengan sus aspectos diferenciales, al incidir más la primera en la adquisición de las habilidades cognitivas en las fases iniciales e intermedias de desarrollo.

A partir de los años 80, adquiere importancia la investigación sobre la adquisición de la expertez, acerca de las diferencias entre expertos y noveles en la representación del conocimiento y en el papel de la práctica en el desarrollo de la expertez.

Los fenómenos que estaban asociados con la adquisición de las habilidades motoras, tales como la ley exponencial de la práctica (según la cual el tiempo necesario para realizar una tarea disminuye en proporción al número de ensayos elevados a una potencia) y el modelo de elementos idénticos de la transferencia, se consideraron que describían también la adquisición de las habilidades cognitivas. Y en las revisiones actuales sobre el tema, se siguen manteniendo las concomitancias y diferencias entre los procesos de adquisición de las habilidades cognitivas y los de las habilidades motoras (Rosenbaum, Carlson y Gilmore, 2000).

Las revisiones actuales sobre la adquisición de las habilidades cognitivas abordan diferentes aspectos de las mismas, diferenciando entre grandes categorías de habilidades, atendiendo a las fases típicas de desarrollo de las habilidades, y estableciendo los procedimientos instruccionales ligados preferentemente al desarrollo de cada una de las fases de adquisición de las habilidades cognitivas.

Una clasificación amplia de las habilidades cognitivas diferencia entre habilidades cognitivas generales y habilidades cognitivas relacionadas con

un dominio de conocimiento (VanLehn, 1996; Voss, Willey y Carretero, 1995). Las primeras tienen un carácter más general, ya que se supone actúan de forma similar a través de los diferentes dominios de conocimiento; las segundas se desarrollan en estrecha relación con la adquisición de contenidos específicos o han sido estudiadas dentro de un dominio particular.

El estudio de la adquisición de las habilidades cognitivas se realiza según el esquema clásico que distingue tres fases de adquisición, la fase inicial, la fase intermedia y la fase final, establecido por Fitts (1964) para las habilidades motoras, y que se sigue considerando, en la actualidad, describe también el curso de adquisición de las habilidades cognitivas (VanLehn, 1996).

Esta división cronológica se hace fundamentalmente con fines didácticos, ya que las características que marcan las diferencias entre una y otra fase no son tan acusadas como parecen, una vez que en cualquier momento dado los individuos pueden encontrarse en una fase con respecto a algunos componentes y en otra en relación a otros. No obstante, parece útil mantener esta distinción debido a que por lo general cada fase está caracterizada por fenómenos diferentes.

1.1. Adquisición de habilidades cognitivas generales

Una parte importante de la investigación sobre las habilidades cognitivas generales se ha centrado en las habilidades de **razonamiento científico**, sobre todo en la interacción entre las hipótesis y la evidencia y cómo esa evidencia produce el cambio conceptual.

El estudio del pensamiento científico en ámbitos no científicos se ha centrado en analizar en qué materias no científicas se piensa de modo científico y si la reestructuración cognitiva también ocurre como respuesta a hallazgos contrarios a las hipótesis propuestas. También se ha estudiado el papel de la analogía como vehículo que facilita el pensamiento científico. Kuhn (1989) encontró que los niños tenían dificultades considerables para separar la teoría de la evidencia, considerado esto como fundamental en el pensamiento científico: diferenciar la teoría de la evidencia y realizar una correcta evaluación de la teoría en función de la evidencia. Sin embargo, en otros estudios se encontró que los niños eran capaces de mostrar relaciones apropiadas entre hipótesis y pruebas en un contexto apropiado. Los niños eran capaces de dar ideas teóricas a los 4-5 años y realizar representaciones teóricas más extensas de los problemas a los 8 y 9 años (Karmiloff-Smith, 1988). Ante la resolución de un problema desconocido, Klahr y Dunbar (1988) encontraron que los individuos se podían clasificar en dos categorías: los teóricos, que buscaban hipótesis y los experimentalistas que intentaron extraer conclusiones de los principales resultados experimentales. Los teóricos resolvieron el problema en menos tiempo y probaron hipótesis de forma más específica. También encontraron que

las hipótesis confirmadas fueron retenidas en un 75% (posiblemente no se dio una retención mayor debido a que la confirmación es siempre ambigua), y las hipótesis no confirmadas fueron cambiadas en el 45% de los casos (puede que no se diera un cambio mayor debido a perjuicios o a la imposibilidad de pensar otras hipótesis).

En cuanto al papel de la experiencia en la reestructuración de los conceptos de los niños, Vosniadou y Brewer (1992) afirman que los conceptos están basados en preconcepciones experienciales y que los cambios en sus presuposiciones se deben a la influencia de la cultura.

Brewer y Samarapungavan (1991) afirmaron que los niños usan procesos de pensamiento similares a los de los científicos en la construcción de sus modelos, pudiendo atribuir las diferencias en el resultado a la mayor cantidad de conocimiento institucionalizado de los científicos. Chinn y Brewer (1993) analizaron las respuestas de sujetos al verse expuestos a datos anómalos, contradictorios con la teoría, y la posibilidad de que se produjera un cambio en la teoría, encontrando que la posibilidad de cambio estaba influida por factores como el tipo de datos anómalos y las características de una teoría alternativa, mientras que la resistencia al cambio era resultado de factores como creencias arraigadas, consideraciones epistemológicas y el conocimiento base.

Por lo tanto, la probabilidad de reestructuración conceptual en función de evidencias específicas varía aparentemente en función de un número de factores incluyendo lo arraigadas que estén las creencias y la posibilidad de hipótesis alternativas.

En cuanto al estudio del aprendizaje de las habilidades de pensamiento científico, existen una serie de estrategias empleadas en mayor medida por los buenos estudiantes frente a los peores, como son la planificación y control de variables, generación de un mayor número de hipótesis correctas y un mejor manejo de los datos (Schaube y colaboradores,

1991). Kuhn y colaboradores (1992) encontraron que existía la transferencia en el razonamiento causal entre dos dominios, debido al uso de estrategias apropiadas y al incremento de la conciencia metacognitiva.

Por otro lado, Linn y Songer (1993) encontraron que el integrar conceptos científicos con pensamiento cotidiano mejoró el aprendizaje. De modo similar, Shayer y Adey (1993) encontraron que proporcionando experiencia con el uso de variables, conflicto cognitivo, metacognición y conocimiento de estrategias se produjo una facilitación del aprendizaje. Rosebery y colaboradores (1992) aplicaron procedimientos colaborativos obteniendo también resultados satisfactorios.

El estudio de las habilidades cognitivas generales también se ha centrado en el estudio del **razonamiento informal**, que se refiere generalmente al razonamiento probabilístico en situaciones cotidianas. La investigación en esta área se ha centrado en el análisis de habilidades presentes en el uso de la argumentación.

Los estudios sobre el razonamiento informal (Kuhn, 1991; Mens y Voss, 1994; Baron y colaboradores, 1993) en los que los individuos, ante una cuestión, tienen que dar una respuesta, justificarla, y crear contra argumentos, o evaluar argumentos, muestran una serie de resultados que exponemos brevemente a continuación:

a. Los individuos presentan escasas habilidades de argumentación.

b. Las habilidades de razonamiento informal están relacionadas con el nivel de habilidad intelectual y el nivel educativo.

c. Las habilidades de razonamiento informal pueden mejorar con la edad, aunque los resultados pueden ser atribuidos a diferencias en el conocimiento.

d. Los individuos son capaces de mostrar evidencias correctas, pero

también muestran en ocasiones pseudo evidencias.

e. Aparentemente, los estudiantes no desarrollan la habilidad de razonamiento informal en la escuela, pero se han sugerido vías para proporcionar esa instrucción y práctica en la escuela.

La realización de un razonamiento correcto incluye el análisis de "las dos caras del argumento", sin embargo, normalmente los individuos suelen justificar más su posición que la contraria, y esto puede deberse, según Perkins (1983) a que de lo contrario sería necesaria una mayor investigación y evaluación.

En el estudio de la resolución de conflictos, Stein y Millar (1993 a, b) concluyen que los niños de segundo grado son capaces de fundamentar sus argumentos y pueden proporcionar contra argumentos. Slomkowski y Pillen (1992) han mostrado que niños de cuatro años dan diferentes justificaciones en función del contexto: si se les preguntaba por transgresiones relacionadas con amigos, daban justificaciones personales; pero si se les preguntaba por transgresiones relacionadas con no amigos usaban justificaciones convencionales o sociales.

Stein y colaboradores (1994) estudiaron la habilidad de argumentación de adolescentes en una situación de negociación, encontrando que el conocimiento inicial tenía poco que ver con el resultado, siendo claves los factores sociales presentes durante la negociación.

Estudiando la relación entre argumentación y lenguaje, encontramos datos que indican que en general, los niños mayores son mejores en la escritura de textos argumentativos que los más jóvenes (Coirier y Golder, 1993): alrededor de los 14 años ya proporcionan argumentos elaborados y contra argumentos. Además, la implicación personal con el tema está relacionada con una mejor creación del argumento, y más aún, el tener que defender una posición en la que se cree, no siendo ésta la más

aceptada socialmente, hace que los argumentos estén más elaborados (Zammuner, 1987).

En cuanto al análisis de las **habilidades verbales**, el aprendizaje de textos ha sido un tema central de estudio. Kintchs (1986) distingue entre el recuerdo de textos (recuerdo del contenido del texto) y el aprendizaje de textos (uso de los contenidos del texto para generar inferencias y solucionar problemas). Además señaló que los textos más coherentes producen un mejor recuerdo que los menos coherentes, produciendo éstos últimos un aprendizaje mejor debido a que los individuos necesitan generar inferencias para comprender el texto, de este modo realizan una integración de los conocimientos previos y la información del texto.

Por otro lado, Soller (1990) concluyó que la estructura del texto es de mayor importancia para la comprensión del mismo cuando la materia no es familiar para el estudiante.

La investigación en el aprendizaje de textos ha indicado que el hecho de tener que generar explicaciones a cuestiones sobre un texto facilita el aprendizaje (Pressley y colaboradores 1992). Mckeown y colaboradores (1993) encontraron que el procedimiento que ellos llaman "preguntando al autor", que implica que los estudiantes hagan preguntas al texto, facilitó el aprendizaje.

En el ámbito de la escritura Bereiter y Scardamalia (1987) sugieren que los escritores avanzados ven la escritura como una transformación del conocimiento, frente a la visión de los menos avanzados que la ven como un ejercicio de "decir conocimientos". Los escritores con experiencia son mejores reconociendo posibles obstáculos para el lector y colocándose en el punto de vista del lector (Schriver, 1990). Los métodos para mejorar las habilidades de los escritores menos avanzados tienen que incluir el proporcionar a los estudiantes una comprensión clara de la tarea, y aún así, este procedimiento solo puede ser efectivo cuando los estudiantes

más jóvenes ya han adquirido otras habilidades. En este sentido, Wright y Rosenberg (1993) encontraron que los estudiantes de cuarto grado no podían reconocer o producir textos coherentes, mientras que los de octavo grado sí eran capaces de hacerlo.

No debemos olvidar la posibilidad del uso del ordenador en la producción de textos y algunas consecuencias relacionadas, como que el uso de un procesador de textos puede aumentar la productividad, pero empleando este medio, se tiende a cometer más errores gramaticales, a realizar menos planificación antes y durante la escritura, y a inhibir el sentido espacial de la organización textual (Hass y Hayes, 1986).

1.2. Adquisición de habilidades cognitivas relacionadas con un dominio de contenido.

Dedicaremos este apartado a realizar una breve aproximación al estudio de la adquisición de las habilidades relacionadas con un dominio de contenido, ya que más adelante ampliaremos este aspecto con el estudio de las habilidades presentes en la competencia experta.

Los dominios de conocimiento más estudiados respecto a las habilidades relacionadas con ellos, son las Matemáticas, la Física y la Historia, atendiendo a cómo el conocimiento conceptual influye en el aprendizaje y el razonamiento.

La investigación en el campo del aprendizaje de las matemáticas ha

estado relacionada con los conocimientos previos del estudiante, la interacción del lenguaje y las expresiones matemáticas simbólicas, las habilidades metacognitivas, y los procesos de interacción social.

Un aspecto interesante para la investigación ha sido el conocimiento previo de los estudiantes y su impacto en el aprendizaje de las matemáticas, señalando que la instrucción formal puede ser más beneficiosa si se construye sobre ese conocimiento intuitivo (Resnik, 1989; Resnick y Singer, 1993), ya que, por ejemplo, se han encontrado hallazgos referentes a que las ideas de los niños sobre la suma y la resta surgen de la combinación y separación de objetos en el mundo real (Levine y colaboradores, 1992).

The Cognition Technology Group at Vanderbilt (CTGV, 1990) proponen un programa para la instrucción de las matemáticas en el que se presenta a los estudiantes un video con una historia y personajes ficticios, después del cual se plantea un problema real y relativamente complejo basado en el video, al que tendrán que enfrentarse los estudiantes trabajando en pequeños grupos para planificar y tratar de solucionar. Con este programa consiguieron mejores resultados de aprendizaje en cálculos específicos así como en la forma de enfocar los problemas, que con la instrucción tradicional.

Schoenfeld, (1987, 1988), plantean que las matemáticas deben de ser una herramienta para reconocer y solucionar problemas además de ayudar a encontrar la solución lo más rápidamente posible. Pero la instrucción tradicional no cubre ese objetivo, y para conseguirlo es fundamental considerar los procesos de pensamiento del estudiante, el uso de procesos de autorregulación y el trabajo en pequeños grupos.

Lamper (1990) también está de acuerdo con este aspecto y sugiere que mediante este trabajo en grupo los estudiantes se comprometen con los argumentos matemáticos, desarrollando y defendiendo estrategias,

planteando hipótesis y defendiendo sus posiciones.

En relación al campo de la física, en los años 80 se realizaron trabajos relacionados con el conocimiento ingenuo; en la actualidad se ha seguido trabajando en ese sentido. La investigación sigue indicando que aunque el estudio de la física mejora la realización en los problemas de física, las concepciones ingenuas se mantienen en los problemas complejos (Pozo Carretero, 1992), y en los problemas familiares para el estudiante (Kaiser y colaboradores, 1986). Sin embargo, con las experiencias adecuadas, es posible el cambio conceptual que reduce esas concepciones ingenuas.

Chi y colaboradores (1989) encontraron que los mejores estudiantes, en la solución de problemas de física se daban autoexplicaciones en cada paso; perfeccionaban, elaboraban y evaluaban las condiciones necesarias en el proceso de solución del problema; consideraban las secuencias de acciones; explicaban el significado de expresiones cuantitativas; regulaban su comprensión y hacían uso de ejemplos mentales. Los mejores estudiantes no sólo poseen una mayor comprensión de los conceptos físicos, sino que también tienen más conocimiento útil que sustenta la comprensión del significado y la aplicación de los conceptos.

Por otra parte, la investigación sobre el aprendizaje de la historia se ha centrado en la adquisición de conceptos, el razonamiento causal y el aprendizaje a partir de textos.

Berti (1994), analizando la adquisición de conocimientos histórico-políticos, encontró que la habilidad para adquirir algunos conceptos estaba en función de la edad. Bornies (1994) encontró que los valores morales y las emociones influían en el razonamiento de los estudiantes, y Seixas (1993) afirma que los estudiantes dan significado a los eventos históricos en función de lo que han aprendido de sus familias.

En el análisis de hechos históricos existe una causación múltiple,

además las causas en historia pueden referirse a un individuo, a un grupo, a una institución o a un conjunto de condiciones particulares. Sin embargo, desde la perspectiva del aprendizaje de la historia, la investigación no se ha centrado en los temas de causación y explicación *per se*, sino en cómo perciben los individuos la causación histórica.

Los estudiantes perciben como más importante la influencia de acciones individuales que de estructuras sociales e institucionales, al contrario de los historiadores que suelen destacar normalmente éstas últimas. Halldén (1986) afirma que el principal problema en el aprendizaje de la historia es el fracaso de los estudiantes en la comprensión de la naturaleza de la historia.

Wineburg (1991 a, b) encontró que los historiadores, al analizar textos y representaciones pictóricas, planteaban índices diferentes a los planteados por los estudiantes. Los historiadores usaron frecuentemente tres heurísticos: la corroboración, comparando la consistencia de las fuentes; la búsqueda del origen de la fuente antes de examinarla; y la contextualización, determinando cuándo y dónde tuvo lugar el evento. También encontró que los historiadores construían un subtexto, que daba significado histórico al documento, considerando cuándo y por qué podría haberse escrito, quién lo escribió y sus posibles motivos.

En la instrucción de la historia, Holt (1990) sugiere que se debe promover la investigación haciendo que los estudiantes realicen informes históricos usando métodos historiográficos y Hahn (1994) recomienda el uso del conflicto histórico para facilitar la comprobación de hipótesis y el desarrollo de habilidades implicadas en la evaluación de evidencias.

1.3. Fases en la adquisición de habilidades cognitivas

Según Phye (1997), la habilidad mental puede ser vista como un conjunto de habilidades y, el grado de dominio del individuo de esas habilidades, determinará su rendimiento en las tareas académicas, por lo tanto, un mejor entendimiento de la progresión de los estudiantes hacia el dominio de sus habilidades de pensamiento puede contribuir a la mejora de la instrucción de habilidades.

Fitts (1964) describe tres fases en la adquisición de habilidades motoras que son también aptas para describir el proceso de la adquisición de habilidades cognitivas: a) la fase inicial, en la que aún no se es capaz de aplicar el conocimiento; b) la fase intermedia, en la que se distinguen dos sobrases, la subfase de aplicación de un solo principio, y la subfase de aplicación de muchos principios; y c) la fase final, en la que los individuos pueden ejecutar las acciones sin errores.

a) Durante la *fase inicial* de adquisición de habilidades cognitivas, el individuo intenta entender el conocimiento del dominio sin intentar aún aplicarlo. En esta fase adquieren un papel relevante las explicaciones, la discusión, y otras actividades de adquisición de información.

b) La *fase intermedia* comienza cuando el individuo posee algún conocimiento para la aplicación de los conceptos y principios adquiridos a la solución de problemas, pero no todo el conocimiento necesario. En esta fase intermedia pueden distinguirse dos subfases: la de aplicación de un único principio y la de aplicación de muchos principios.

b.1) En la subfase de aprendizaje y aplicación de un único principio adquiere gran importancia el aprendizaje a partir de ejemplos. Un *ejemplo* es un problema resuelto que se le da al estudiante, junto con la derivación de la solución. Dada la importancia de los ejemplos, la mayor parte de la investigación sobre la fase intermedia ha empleado material instruccional en el que los ejemplos son numerosos. A veces la instrucción consiste sólo en ejemplos y los estudiantes deben de inferir los principios generales por sí mismos.

Otra forma de facilitar la adquisición y aplicación de un único principio es a través de la solución analógica de problemas, que conlleva hallar una analogía o correspondencia entre un ejemplo y un problema nuevo. La aplicación de un principio consiste (VanLehn, 1996, 1999) en: recuperarlo, colocar sus partes en correspondencia con el problema y sacar inferencias acerca del problema y su solución sobre la base de correspondencia del problema con el principio o ejemplo. Después de aplicar el principio o ejemplo, los individuos pueden generalizarlo.

La recuperación puede ser de dos clases, espontánea o deliberada. La recuperación deliberada ocurre cuando se da a los individuos una indicación para ello. La recuperación espontánea o el recuerdo ocurre cuando no se dan estas indicaciones. La recuperación deliberada es mucho más fructífera que el recuerdo.

El establecimiento de la correspondencia entre el principio o ejemplo y el problema se realiza fraccionando el principio y haciendo corresponder sus partes con las partes correspondientes del problema.

La aplicación del principio conlleva un paso más que supone la comprensión del problema y la generalización del principio a otros problemas similares, pero no idénticos. La generalización dista por tanto de ser un proceso automático como se supuso en las primeras teorías sobre la adquisición de las habilidades cognitivas, como la de

Anderson (1983), como el propio autor (Anderson y Schunn, 2000) reconoce actualmente. Una forma de facilitar la generalización es la comparación de dos ejemplos, tratando de encontrar su estructura común.

b.2) La subfase de aprendizaje y aplicación de varios principios se produce cuando el aprendizaje de una habilidad cognitiva compleja requiere también el aprendizaje de heurísticos que ayudarán a seleccionar la combinación correcta de principios para resolver un problema. Muchos de los mecanismos que intervienen en el aprendizaje de un solo principio intervienen también en el aprendizaje de múltiples principios. Sin embargo, conforme aumenta la cantidad y complejidad del material que ha de ser aprendido, aparecen nuevos mecanismos. Así, la transferencia es diferente y mucho menos probable en el aprendizaje y aplicación de varios principios a la vez. En este caso, la transferencia es muy distinta de la generalización de un solo principio (VanLehen, 1996). La transferencia se facilita en este caso cuando se ofrecen dos o más ejemplos de problemas resueltos, cada uno de los cuales destaca la aplicación de un principio, de forma analógica.

Un recurso que facilita el aprendizaje y aplicación de varios principios son las autoexplicaciones (Chi, Bassok, Lewis, Reitman y Glaser, 1989; Chi, de Leeuw, Chiu y LaVancher, 1994), que es la actividad de explicarse a uno mismo en un intento de dar sentido a la información nueva, bien presentada en un texto o en algún otro medio. Esto requiere hacer inferencias acerca del ejemplo que van más allá de la información presentada en el ejemplo. Chi y colaboradores (1989) encontraron que los estudiantes que realizaron autoexplicaciones de los ejemplos aprendieron mucho más que los estudiantes que sólo leyeron los ejemplos. Chi y VanLehn (1991) analizaron el contenido de las autoexplicaciones de los estudiantes, y encontraron que las autoexplicaciones se derivaron de dos formas. Una fue por deducción

del conocimiento adquirido inicialmente cuando leyeron, antes de resolver los problemas, cuatro capítulos de un libro sobre los principios implicados en la solución de esos problemas, en este caso, la deducción se hacía aplicando simplemente un principio general. Otra forma fue generalizando y extendiendo el ejemplo. Este tipo de inferencias ayudaron a llenar las lagunas en el conocimiento de los estudiantes. A este respecto Chi (2000) considera, a partir del estudio exhaustivo de los protocolos verbales de los participantes en su estudio, que la autoexplicación constituye una actividad constructiva que facilita la reorganización del conocimiento y la revisión de la propia representación mental o estructura de conocimiento.

El efecto de la autoexplicación se ha observado en dominios muy diversos que incluyen desde la solución de problemas en ciencias hasta la autoexplicación de textos expositivos. Incluso se ha observado efectos beneficiosos del entrenamiento de estudiantes en procedimientos de autoexplicación, aunque la autoexplicación parece afectar sólo la fase de adquisición inicial del conocimiento, y no tanto la fase siguiente de práctica (Bielaczyc, Pirolli y Brown, 1994; Chi y colaboradores, 1994).

Sobre la base de los protocolos verbales de los participantes en tareas de solución de problemas, VanLehn (1996) sugiere que los peores estudiantes resuelven los problemas por analogía, mientras que los buenos solucionadores de problemas prefieren resolver el problema por sí mismos. VanLehn (1999) construyó un modelo de ordenador, denominado Cascada, para simular la adquisición de las habilidades cognitivas complejas, que incluye el uso de ejemplos y el aprendizaje de principios, esto es, tanto el razonamiento basado en reglas como el razonamiento por analogía basado en casos. Los principios se representan como reglas y el modelo es capaz de aprender nuevas reglas. La aplicación de este modelo se hizo sobre los protocolos

verbales de 9 estudiantes de física, obtenidos cuando éstos estaban resolviendo problemas y estudiando ejemplos. Los resultados mostraron, de forma sorprendente para el autor, que las formas de razonamiento empleadas fueron muy superficiales e hicieron uso predominante de la analogía. A partir de estos datos el autor llama la atención sobre la insuficiencia del aprendizaje por descubrimiento para la adquisición y aplicación de principios, ya que los principios adquiridos durante el aprendizaje de ejemplos son difíciles de recuperar y aplicar y más bien parecen requerir atención deliberada, indicada por el profesor, antes de llegar a ser suficientemente generales.

c) La *fase final* de adquisición de habilidades cognitivas comienza cuando los individuos pueden ejecutar acciones sin errores. Aunque el aprendizaje no finaliza en este punto: La práctica continuada incrementa la rapidez y la precisión de la ejecución.

Shuell (1990), también describe el proceso de aprendizaje dividido en fases, durante las cuales, la estructura de conocimientos de los estudiantes evoluciona y cambia cuantitativa y cualitativamente. Shuell definió las fases de aprendizaje basándose en las similitudes subyacentes tanto de procesos como de estructuras en ciertos dominios y en diferentes dominios:

1. En la *fase inicial*, se adquieren pequeñas piezas de información aisladas, concretas y relacionadas con el contexto. Los esquemas preexistentes se emplean para dar sentido al nuevo conocimiento, que puede ser añadido al conocimiento anterior.

2. En la *fase intermedia* los estudiantes perciben las interrelaciones entre las unidades de información y se forman redes de conocimiento de mayor orden así como nuevos esquemas, lo que va a permitir un entendimiento más profundo y una aplicación flexible del conocimiento en nuevas situaciones.

La retroalimentación que se recibe en el resultado es empleado para perfeccionar la estructura cognitiva, haciendo el conocimiento más generalizado, abstracto y descontextualizado.

3. En la *fase terminal*, las estructuras de conocimiento integrado construidas incrementan su funcionamiento autónomo, consiguiendo una aplicación del conocimiento más autónoma e inconsciente, que requiere, por lo tanto, menos esfuerzo. El conocimiento recuperado está listo para usar en una situación específica.

Mediante el aprendizaje se añaden nuevos hechos a los esquemas existentes o se incrementan las interrelaciones en el esquema. Mientras que el conocimiento evoluciona hacia esquemas más organizados, se produce la compilación del conocimiento declarativo adquirido, codificado en forma proposicional, en conocimiento procedimental, codificado como reglas de producción (Anderson, 1993). Esta compilación puede comenzar hacia el final de la primera fase de aprendizaje y continuar durante la segunda fase.

Comenzando en la segunda fase y continuando en la tercera, se construye y codifica el conocimiento condicional en relación a las condiciones en las cuales es aplicado. En esta tercera fase, el conocimiento condicional permite la automatización de la aplicación de conocimientos. Esta automatización de habilidades impulsa la capacidad de procesamiento a un mayor nivel (Glaser y Bassok, 1989; Anderson, 1993)

Hatano y Inagaki (1992) también elaboran una descripción del desarrollo del conocimiento procedimental: inicialmente se adquiere el conocimiento ligado al contexto, no teniendo aplicación general en distintas situaciones; después se formulan modelos mentales flexibles (representaciones) como resultado de la instrucción explícita (o formadas de forma espontánea), lo que abre un camino a la

transferencia.

Las representaciones flexibles se forman a través de la implicación activa en los procesos de aprendizaje y analizando el mismo material distintas veces, en distintos contextos y en distintos propósitos (Spiro y colaboradores, 1991). Tal flexibilidad se refleja en la habilidad de relacionar los mismos conceptos de diferente modo cuando los conceptos están situados en dos contextos conceptuales diferentes, y en la formación de diferentes representaciones de las situaciones dependiendo de la tarea, la cual es lo más importante para el transfer (Naveh-Benjamin y colaboradores, 1998). Este proceso de formación de representaciones flexibles se corresponde con la descripción de Shuell (1990) de la segunda fase de aprendizaje.

Korthagen y Lagerwerf (1995) describieron su concepción de tres niveles en el aprendizaje:

1. Nivel de la imagen: formación de una imagen inicial holística de un concepto o un fenómeno a través de la experiencia (especialmente a través de experiencias concretas), este nivel está enraizado en la realidad que se experimenta, y la imagen constituye un conocimiento situado, y está limitado por el lenguaje y significados personales.

2. Nivel del esquema: aparece la esquematización de imágenes como resultado de la búsqueda de regularidades en las experiencias. La atención se centra en detalles, revelando nuevos conceptos, expresando ideas en palabras de uno mismo mientras se da sentido al objeto de la esquematización y se construye una terminología basada en el lenguaje de los expertos.

3. Nivel de la teoría: la teoría se construye en relación al esquema, incluyendo una explicación lógica de sus características, usando

lenguaje y definiciones precisas.

Los niveles descritos por Korthagen y Lagerwerf (1995) tienen mucho en común con las fases de aprendizaje de Shuell (1990) y con las descritas por Hatano e Inagaki (1992). Korthagen y Lagerwerf enfatizaron la visión de las experiencias como una fuente para la construcción de conocimientos y destacaron la importancia del lenguaje en la transformación de una imagen en una teoría. El nivel de la imagen se parece a la fase inicial de Shuell en el sentido de que ambas están compuestas por piezas de información conceptualmente aisladas y sobre todo concreta. El nivel de esquemas ricos, como la fase intermedia, se caracteriza por la formación de redes de conocimiento interrelacionado e integrado, que constituyen el esquema. Shuell incluyó en esta fase la generalización y la descontextualización del conocimiento, mientras que Korthagen y Lagerwerf consideraron que la generalización del conocimiento ocurre en el tercer nivel.

Eilam (2002) analiza el comportamiento cognitivo de los estudiantes durante los procesos de aprendizaje realizado en el contexto natural del aula durante el proceso de adquisición de una habilidad determinada que denomina "elegir adecuadamente". Este comportamiento fue analizado en términos de su consonancia con las fases o niveles que hemos descrito anteriormente.

En la habilidad "elegir adecuadamente" se recogen una serie de operaciones cognitivas, que se refieren a la pequeña unidad específica de conocimiento procedimental que comprende la habilidad: 1) generar una lista de opciones; 2) generar un criterio relevante para realizar la selección; 3) ordenar los criterios de acuerdo al orden de importancia percibido por el individuo; 4) examinar cada una de las opciones propuestas en función del criterio; 5) seleccionar una opción.

Eilam (2002) identificó 10 pasos en el proceso de adquisición y

aplicación de la habilidad de elección adecuada de los estudiantes:

Paso 1: Primer encuentro entre estudiante y habilidad. Los estudiantes solo siguieron las instrucciones del libro de texto. Su comprensión estaba situada en el contexto específico, en línea con la fase inicial de aprendizaje.

Así, la adquisición de conocimientos a través de ejemplos es más efectiva que el aprendizaje a través de la información libre de contexto, siendo ésta demás más difícil de transferir a nuevas situaciones (Salomón y Perkins, 1989).

Paso 2: Una aplicación inicial de la habilidad: elección de un tema de investigación. Los estudiantes usaron la habilidad para elegir un tema específico de investigación, corroborando la aplicación flexible de la fase intermedia en una nueva situación. Sus discursos reflejan sus dificultades en la aplicación de la habilidad en el nuevo contexto de sus investigaciones, especialmente en la elicitación de los criterios relevantes.

Paso 3: Negociando procedimientos. Los estudiantes exhibieron una consideración holística del procedimiento. Esto podría sugerir la evolución de un nuevo esquema inicial para el procedimiento de elección adecuada, que comprende el verdadero inicio de la segunda fase propuesta por Shuell (1990). Se esperó el uso de este esquema en diversas situaciones para incrementar las interrelaciones entre los componentes y su uso flexible. Los estudiantes continuaron dependiendo del libro de texto para las operaciones y su secuencia, volviendo continuamente a consultar los ejercicios relativos al contexto en busca de referencias.

Paso 4: De un criterio relativo al contexto, a un Criterio. Como cada aplicación de la habilidad fue realizada en un contexto nuevo, los

estudiantes usaron analogías y ejemplos, mientras continuaban su exploración activa el significado de “criterio” en el nuevo contexto, mediante el uso de criterios conocidos. El discurso de los alumnos reflejó un proceso de elaboración y reorganización de sus esquemas de “criterio” como podía esperarse en la fase intermedia de aprendizaje.

Paso 5: Reconocimiento del criterio y distinción entre opciones existentes. Los estudiantes comenzaron a generalizar el concepto de “criterio” y a demostrar una internalización de ese significado en relación a otros componentes de la habilidad, tipificando la fase intermedia de aprendizaje. Como el criterio distingue entre opciones, las opciones deben elicitarse antes que el criterio para determinar el tipo de criterio útil para ser empleado.

Paso 6: Reaparición de manipulaciones. Se consigue una completa comprensión del criterio, los estudiantes lo usan flexiblemente, manipulándolo para sus propios propósitos, como se describe en la fase intermedia.

Paso 7: Reconociendo la función de la tabla. Durante este paso se elaboró el concepto de tabla, reflejando una mejora en las interrelaciones entre los elementos del esquema, además de promover en los estudiantes la habilidad de percibir la habilidad como un procedimiento para el procesamiento de la información.

Los estudiantes eran capaces de canalizar sus esfuerzos mentales para aplicar el procedimiento en el contexto nuevo, el cual reúne nuevas dificultades. Resolviendo esas dificultades en la aplicación, elaboraron y reorganizaron sus esquemas , iniciando la comprensión de qué significa elegir en diversos contextos, facilitando de ese modo la flexibilidad cognitiva y la construcción de conocimiento relevante, lo cual ocurre, según Shuell (1990) y Anderson (1993) en la tercera fase de aprendizaje.

Como el procedimiento se aplicó automáticamente y los conceptos implicados eran completamente entendidos, los esfuerzos más elementales se usan para realizar una correcta aplicación de las operaciones en nuevos contextos, siendo éstas unas características típicas de la tercera fase de aprendizaje: la fase terminal.

Paso 8: Un contratiempo en la aplicación. La elección refleja una completa integración de los componentes de la habilidad. Sin embargo, su aplicación a un área completamente desconocida, caracterizada por conceptos no familiares y complejos, presenta nuevos obstáculos en el uso de la habilidad, causando un pequeño contratiempo en el rendimiento de los estudiantes, debido a su inversión de esfuerzos mentales en la comprensión de esos nuevos conceptos.

Paso 9: La representación mental de la habilidad. La realización automática de los estudiantes, típica de la fase terminal de aprendizaje, incrementó los recursos cognitivos disponibles para la aplicación de la habilidad en un nuevo contexto específico. Los estudiantes han construido el conocimiento declarativo, procedimental y condicional requerido para las aplicaciones.

Paso 10: Manipulación de las operaciones. Una vez conseguida la representación de la habilidad, los estudiantes son capaces de cambiar la secuencia de operaciones, incluso pasar por alto algunas y aún así realizar la habilidad con éxito.

Estos pasos se corresponden con las fases de la literatura citada anteriormente del siguiente modo: la fase inicial comprendería los pasos 1 y 2; la segunda fase se correspondería con los pasos 3 a 7; y la tercera fase con los pasos 8 a 10. Sin embargo Eilam (2002) afirma que ese esquema de la fase primera a la tercera no ocurre consecutivamente, sino en tres líneas paralelas de desarrollo: (1) Clarificación de expresiones; (2) Elaboración y generalización del cuerpo

de conceptos; (3) Integración de esquemas, automatización y manipulación.

La primera línea de desarrollo llega inmediatamente después del encuentro inicial del estudiante con la habilidad. Consiste en la clarificación de cada palabra y expresión a la que se enfrenta el estudiante mientras que adquiere la habilidad y el conocimiento declarativo relativo al contexto. La línea de la clarificación de expresiones continúa a lo largo de las nuevas aplicaciones realizadas, considerando que en cada aplicación en el nuevo contexto se requerirá la clarificación de nuevas y adicionales expresiones.

La segunda línea de desarrollo comienza un tiempo después de la iniciación de la primera línea de desarrollo, pero mientras que ésta está todavía en proceso. En esta segunda línea se añaden nuevas dimensiones a los conceptos cada vez que se introduce un nuevo contexto. Esta línea de desarrollo continúa en paralelo con la primera línea tanto tiempo como sea necesario para interiorizar ese nuevo cuerpo de conceptos.

La tercera línea de desarrollo implica desde un reconocimiento de interrelaciones entre los hechos aislados, bits de información y componentes, hasta un esquema completo, permitiendo a los estudiantes el uso flexible del conocimiento adquirido. Cuando el conocimiento llega a ser en cierto grado automatizado, son liberados más recursos mentales para la aplicación de la habilidad en nuevos contextos.

Del estudio de Eilam (2002) se desprende que el factor crucial para el avance a través de los pasos en la adquisición de la habilidad no está relacionado con el contenido específico de aplicación, sino con el número de veces que se llevó a cabo la aplicación.

También se encontró que la mayor dificultad fue la transferencia del conocimiento adquirido a nuevas situaciones.

Un conocimiento base rico, organizado y relevante permitió un mejor resultado. Y aunque el entrenamiento mejoró la habilidad de los individuos para dirigir las operaciones en las condiciones del contexto, esto no fue suficiente, resaltando la importancia de la instrucción explícita en la promoción de la habilidad de los estudiantes de explorar sistemáticamente nuevos contextos.

1.4. Estudio de las habilidades presentes en la competencia experta.

En este apartado se revisan los estudios iniciales realizados sobre la competencia experta y sus principales conclusiones. Se presentan los estudios de revisión sobre el tema. Y se describen algunas de las habilidades presentes en la competencia experta en diversos dominios de contenido. Parece existir unas habilidades generales para la mayoría de los dominios y unas habilidades específicas, mejor desarrolladas en cada dominio. La presentación de los trabajos revisados en este capítulo se realiza de forma predominantemente descriptiva, quedando para capítulos posteriores la formulación de las teorías explicativas de los resultados descritos.

1.4.1. Estudios iniciales sobre las habilidades de recuerdo en el ajedrez.

La investigación sobre la conducta experta comenzó hace más de 50 años con el trabajo pionero de De Groot (1946/1965) sobre la solución de problemas en el ajedrez. En este trabajo, se pidió a cuatro jugadores, de varios niveles de expertez, que reconstruyeran –recordaran- posiciones significativas del tablero después de haber sido expuestos a ellas durante unos pocos segundos, entre 2 y 15 segundos. De Groot encontró que los mejores jugadores (master y gran-master) realizaron esta tarea con precisión casi perfecta, mientras que la ejecución de los jugadores menos expertos no fue tan impresionante, pudiendo reconstruir en el tablero aproximadamente sólo la mitad de las piezas. Después de cada breve exposición, los mejores jugadores de ajedrez fueron capaces de describir la estructura de la posición de las piezas y pudieron reproducir los lugares de todas las piezas de ajedrez casi perfectamente. La memoria de los jugadores más flojos fue mucho peor; por lo general, la cantidad de información que pudieron recordar estuvo en función de su nivel de maestría previa.

Otro aspecto pionero en el estudio de De Groot (1946/1965) fue el uso de protocolos verbales. Después de cada breve presentación los jugadores dieron informes retrospectivos sobre sus pensamientos y percepciones durante la presentación y también intentaban recordar la posición presentada del mejor modo posible. A partir del examen de estos protocolos verbales, De Groot encontró que la posición se percibió conforme a estructuras predeterminadas (por ejemplo, una estructura de peón, una posición de castillo) y que se notaron las características inusuales de la posición (tal como una pieza expuesta o un peón

bastante avanzado). En el breve tiempo de exposición los maestros de ajedrez parecían integrar todas las características de la posición en una única totalidad, mientras que los jugadores menos expertos no fueron capaces de hacerlo. Además los jugadores más expertos fueron capaces de adelantar, en algunos casos, los mejores movimientos posibles de la configuración presentada. El análisis de la cantidad de posiciones recordadas, fue consistente con la evidencia derivada de los informes verbales. Como se ha señalado antes, los maestros de ajedrez fueron capaces de recordar las posiciones de las veinte a treinta piezas casi de manera perfecta, mientras que las posiciones recordadas por los jugadores menos expertos estuvieron entre el 50 y el 60 por ciento.

A la vista de estos resultados De Groot (1946/1965) concluyó, de forma general, que los jugadores más expertos percibieron y reconocieron las características de una posición del juego y evaluaron los movimientos posibles apoyándose en su extensa experiencia, mejor que descubriendo esas características mediante el cálculo y la evaluación de las posibilidades de un movimiento. La habilidad superior de juego de los jugadores más expertos fue atribuible, según De Groot (1946/1965), a su extensa experiencia pasada, la cual permitió la recuperación de asociaciones directas en la memoria entre las características de las posiciones del ajedrez y los movimientos apropiados. De Groot concluyó que “la maestría en el campo de hacer zapatos, pintar, construir, o confeccionar piezas de ropa, se debe al establecimiento de un cúmulo de relaciones a partir de la experiencia (De Groot, 1965, p. 316).

En un estudio posterior, Chase y Simon (1973) se propusieron replicar los resultados de De Groot, para lo que diseñaron una tarea estandarizada de memoria en la que se presentaba a los individuos, jugadores de ajedrez con distinto nivel de expertez, una posición de las piezas de ajedrez durante 5 segundos, siendo la única tarea del individuo la de recordar las localizaciones de tantas piezas como fuera

posible. Con esta tarea, que variaba ligeramente de la anterior, Chase y Simon (1973) corroboraron los hallazgos de De Groot (1946) referentes a que los jugadores de ajedrez con más altos niveles de expertez recordaron las localizaciones correctas de muchas de las piezas. Sin embargo, cuando Chase y Simon variaron las condiciones experimentales en las que presentaron las piezas, esto es, cuando variaron las características de las configuraciones presentadas de las piezas de ajedrez, de manera que se presentaban tableros con piezas colocadas de manera aleatoria, la memoria de los jugadores más expertos no fue mejor que la de los jugadores noveles.

Chase y Simon (1973) encontraron que la habilidad de un jugador para reproducir las posiciones presentadas anteriormente se produjo en forma de ráfagas en las que se colocaban rápidamente las piezas del ajedrez, con pausas de un par de segundos entre estas ráfagas. Las piezas que pertenecían a una ráfaga reflejaban configuraciones de piezas relacionadas significativamente, esto es agrupaciones –chunks-, que se correspondían también con los complejos encontrados por De Groot (1946/1965). Los jugadores más expertos –master y gran-master de ajedrez-, diferían de los otros jugadores –noveles e iniciados- principalmente en el tamaño de la agrupación. Chase y Simon (1973) encontraron también que el mayor número de piezas recordadas por los expertos, entre 15 y 30 piezas, parecía a primera vista inconsistente con la limitación de la memoria a corto plazo de los humanos, que es de alrededor de 7 elementos (Miller, 1956). Sin embargo, Chase y Simon (1973) encontraron que el número de agrupamientos recordados por los jugadores de ajedrez de cualquier nivel de habilidad estuvo alrededor de 7. Las diferencias en memoria entre los mejores y peores jugadores se consideró que se debían a que los más expertos reconocieron agrupaciones más complejas, esto es, agrupaciones con un mayor número de piezas de ajedrez por agrupamiento.

Los resultados obtenidos posteriormente en este mismo tipo de situaciones muestran que los expertos recuerdan mucho más que los noveles acerca de las posiciones del ajedrez, después de una breve exposición, pero su ventaja disminuye conforme la posición se desvía de las posiciones que se encuentran normalmente en los juegos y desaparecen cuando las piezas de las posiciones de juego se reconstruyen de forma aleatoria (Gobet y Simon, 1996).

Estos resultados demuestran que la memoria superior de los expertos en ajedrez depende de la presencia de relaciones significativas entre las piezas, la clase de relaciones que se producen en el juego real de ajedrez. Los resultados obtenidos por Chase y Simon (1973) indican, además, que la realización superior de los expertos en las posiciones significativas de ajedrez no es el resultado de una habilidad de memoria general, tal como una memoria fotográfica, sino que depende de forma crítica de la habilidad del individuo para percibir patrones significativos y relaciones entre las piezas del ajedrez.

En un estudio reciente, Waters, Gobet y Leyden (2002), afirman que aunque algunos estudios previos con niños han documentado correlaciones significativas entre habilidades en ajedrez y rendimiento en algunos tests psicométricos, ellos no encontraron evidencia de una correlación entre habilidades en ajedrez y habilidad de memoria visual en un grupo de jugadores de ajedrez adultos, pudiendo ser, por tanto, la habilidad de memoria visual y la inteligencia visoespacial, factores relativamente poco importantes en la adquisición a largo plazo de la habilidad en ajedrez.

Inicialmente, Chase y Simon propusieron que los expertos mantenían las agrupaciones de piezas en su memoria a corto plazo, debido a su habilidad para reconocer configuraciones sobre la base de su *conocimiento previo de un gran número de patrones de piezas específicos.*

Cuanto mayor era el conocimiento de configuraciones más amplias y complejas de las piezas de ajedrez (chunks), un experto podía recordar más piezas individuales. Surgió así la *hipótesis explicativa del agrupamiento* (chunking hypothesis). Chase y Simon (1973) creyeron además que el almacenamiento de nueva información durante las breves exposiciones de las piezas, podía mantenerse sólo en la memoria a corto plazo, tanto para los expertos como para los no expertos, debido a que el almacenamiento en la memoria a largo plazo consumiría demasiado tiempo en esta situación de premura de tiempo. Sin embargo, los estudios posteriores de Chase y Ericsson (1982) sobre los efectos de la práctica en una tarea específica mostraron que estos agrupamientos se producían en la memoria a largo plazo y reflejaban la *adquisición de habilidades de memoria* como resultado de la experiencia y la práctica en la tarea. Como ellos mismos manifestaron, la organización del repertorio elaborado de información que posee un maestro del ajedrez requiere miles de horas para construirse, lo mismo que ocurre en cualquier otra tarea. Razón por la cual la práctica en la tarea es la principal variable independiente en la adquisición de cualquier habilidad.

La investigación posterior ha replicado muchas veces, en distintos dominios y con diferentes tareas, el patrón básico de resultados empíricos obtenidos por De Groot (1946/1965) y Chase y Simon (1973). Existen más de 50 estudios sobre los efectos de la expertez, realizados en al menos 20 dominios distintos, recogidos en la revisión de Vicente y Wang (1998) que incluyen el ajedrez (Charness, 1976), la programación de computadoras (McKeithen, Reitman, Rueter y Hirtle, 1981), el diagnóstico médico (Coughlin y Patel, 1987; Patel, Groen y Arocha, 1990; Patel, Groen y Frederiksen, 1986), y juegos distintos al ajedrez como el bridge (Charness, 1979). El recuerdo de los expertos en los deportes se ha examinado en el béisbol (Chiesi, Spilich y Voss, 1979;

Spilich, Vesonder, Chiesi y Voss, 1979), el baskett (Allard, Graham y Paarsalu, 1980), el hockey (Starkes, 1987), el fútbol (Schneider, Körkel y Weinert, 1989; Williams, Davids, Burwitz y Williams, 1993). Otros dominios son el álgebra (Sweller y Cooper, 1985), el balet (Starkes, Deakin, Lindley y Crisp, 1987), los mapas geográficos (Gilhooly, Wood, Kinnear y Green, 1988), la notación musical (Sloboda, 1976), y los procesos de control y vigilancia (Moray, y colaboradores, 1993; Vicente, 1992).

A pesar del amplio rango de dominios y la variedad de métodos utilizados en estos estudios, la memoria de recuerdo de estímulos significativos se ha encontrado casi siempre que está correlacionada con la expertez en el dominio. Por consiguiente, *una característica fundamental de los expertos es su mejor memoria para los aspectos que son significativos en su campo, debido al mayor conocimiento que poseen en su dominio respectivo de expertez.*

Este hallazgo ha sido explicado desde las distintas formulaciones teóricas, que se expondrán de forma más detallada más adelante, al tratar las relaciones entre el conocimiento y la memoria. La hipótesis del agrupamiento de Chase y Simon (1973) evolucionó posteriormente en tres direcciones, la teoría de la memoria habilidosa (skilled-memory theory), formulada por Chase y Ericsson (1982), la teoría de la memoria de trabajo a corto plazo, LTWM, establecida por Ericsson y Kinstch (1995) y la teoría EPAM –elementary perceiver and memorizer-, como desarrollo directo de la teoría inicial de Chase y Simon (1973), formulada por Gobet y Simon (1998).

Otra línea de investigación, que seguro aportará mucha luz en el estudio, entre otros, de la adquisición de las habilidades cognitivas, son las bases neurológicas de la cognición, que aún no siendo objeto de el presente trabajo, consideramos interesante hacer al menos mención de

ella, citando por ejemplo, el estudio de Atherton, Zhuang, Bart, Hu y He (2003), en el que empleando la resonancia magnética, identifican las áreas corticales que se activan durante el análisis de posiciones de ajedrez y se comparan con las activadas con tareas espaciales con estímulos visuales.

Los estudios sobre la conducta y la competencia experta han proliferado mucho desde la década de los ochenta hasta la actualidad. Los estudios iniciales sobre las habilidades de recuerdo de los individuos con mayor y menor grado de expertez en el ajedrez se extienden a otros ámbitos, en los que se emplean tareas diferentes y se analizan aspectos distintos al recuerdo. Aparecen incluso trabajos de revisión como los de Chi, Glaser y Farr (1988), Ericsson y Smith (1991), y sobre todo la revisión de Ericsson y Lehmann (1996) publicada en la *Annual Review of Psychology*.

1.4.2. Estudio de las habilidades de los expertos en el dominio de la física.

En el campo de la *física*, Larkin, McDermott, Simon y Simon (1980), en una de las investigaciones iniciales sobre las diferencias entre expertos y noveles en la solución de problemas en física, encontraron que los participantes noveles seguían una estrategia distinta a los expertos. Los participantes noveles, que poseían no obstante el conocimiento necesario en este campo, abordaron la solución de los problemas trabajando hacia atrás desde las cuestiones formuladas;

construían una secuencia de fórmulas razonando hacia atrás desde el objetivo a lograr que suponía la solución del problema a la información dada en el mismo. Al contrario, los físicos expertos establecieron un plan para la solución como parte de su comprensión normal del problema, trabajando hacia delante. Conforme leían la descripción del problema, formaban una representación integrada del mismo, con lo que se producía una comprensión profunda del problema, y un reconocimiento de los conocimientos, conceptos y principios fundamentalmente, en los que estaba basada la solución del problema; a partir de aquí resolvían rápidamente el problema siguiendo un razonamiento hacia delante, consistente muchas veces en la recuperación de la memoria de un plan de solución, únicamente. Este resultado sugiere que los expertos forman una representación inmediata del problema que refieren de forma sistemática a su conocimiento previo, mientras los noveles no poseen este tipo de acceso ordenado y eficiente a su conocimiento.

Chi, Feltovich y Glaser (1981) requirieron de participantes expertos y noveles en su estudio que categorizaran un conjunto de problemas de física. Sus resultados indicaron que los expertos tendían a clasificar los problemas de acuerdo con los principios de física subyacentes al problema (estructura profunda), mientras que los noveles atendieron a las características superficiales de los problemas. A partir de este y otros estudios, los autores infirieron que el conocimiento base de los expertos fue mayor y sobre todo más organizado que el de los noveles.

Chi, Glaser y Rees (1982) mostraron de nuevo que los expertos en física no solo tienen más conocimiento que los noveles, sino que también está mejor organizado. Por consiguiente, los expertos representaron los problemas de física en términos de los principios teóricos relevantes, mientras que la representación de los noveles estuvo basada sobre los elementos superficiales sobresalientes. De acuerdo además con estos

autores, una estructura cognitiva adecuada para la solución de un problema está compuesta por "esquemas de problema". Esto es, un conjunto de elementos de conocimiento que están estrechamente unidos entre si dentro del conocimiento base que posee el individuo y que está referido a un tipo particular de problema. Este conocimiento incluye, a su vez, tanto aspectos declarativos (conceptos, principios y fórmulas), como conocimientos de tipo procedimental sobre las acciones necesarias para resolver el tipo particular de problema.

De Jong y Ferguson-Hessler (1986) profundizan en el estudio de las estructuras cognitivas de participantes noveles, buenos y malos solucionadores de problemas en física, tomando como base que la forma en la que el conocimiento está organizado en la memoria está relacionada con el grado de éxito en la solución de problemas. Los autores presentaron, a 47 estudiantes de física de primer año, 65 elementos referidos a conceptos, principio y procedimientos, que consideraron estaban detrás de la solución de 12 tipos distintos de problemas de electricidad y magnetismo. La tarea de los participantes consistió en clasificar estas tarjetas en bloques diferentes, a partir de las cuales se establecieron matrices de similitud entre elementos. Los resultados mostraron que los noveles, que eran buenos solucionadores de problemas, clasificaron las tarjetas de acuerdo con los tipos de problemas; mientras que la clasificación de los participantes que fueron malos solucionadores de problemas pareció estar determinada en un mayor grado por las características superficiales de los elementos de los problemas. Los resultados de este estudio sostienen la hipótesis de que los buenos solucionadores de problemas tienen su conocimiento más organizado que quienes solucionan peor los problemas. Aunque en este trabajo se empleó un diseño correlacional, a partir del cual no puede establecerse una relación causal entre una buena organización de la información pertinente en la estructura cognitiva de los participantes y

el éxito en la solución de problemas, los resultados apuntan, de forma clara, hacia la existencia de tal relación. Una estructura cognitiva compuesta de esquemas adecuados de solución de problemas, constituye un conocimiento base muy eficiente para la solución de problemas. Una vez que un estudiante reconoce las características relevantes en la descripción de un problema, se hace disponible el conocimiento declarativo y procedimental necesario para la solución, y el problema puede resolverse de una forma directa.

1.4.3. Estudio de las habilidades de los expertos en el dominio de la medicina.

El dominio de la *medicina* es, junto con el del ajedrez, uno de los dominio tradicionales de investigación sobre la conducta y la competencia experta. De forma más concreta, se ha estudiado el razonamiento y el diagnóstico médico en casos difíciles, en los que se manifiestan en mucha mayor medida que en los casos típicos, las diferencias entre médicos expertos y noveles (Norman, Trott, Brooks y Smith, 1994; Patel y Groen, 1991). Las revisiones teóricas de Patel, Arocha y Kaufman (1994), Patel y Arocha (1999) muestran resultados consistentes sobre el desarrollo del diagnóstico experto, desde los estudiantes de medicina con gran cantidad de conocimiento de medicina general a los expertos médicos con conocimiento clínico muy estructurado que sirve de base para el establecimiento de diagnósticos adecuados.

En uno de los trabajos pioneros sobre el diagnóstico médico Feltovich, Johnson, Moller y Swanson (1984) compararon las dificultades de los estudiantes de medicina para recuperar su conocimiento relevante con el esfuerzo de los médicos expertos para acceder a su conocimiento altamente organizado de las alternativas de diagnóstico.

Patel y Groen (1986), en otro de los estudios clásicos sobre el tema, emplearon técnicas de análisis proposicional para examinar los protocolos de siete cardiólogos en una tarea de diagnóstico de un caso de endocarditis bacterial aguda y la explicación de su patología subyacente. Los resultados mostraron que la explicación de los médicos que hicieron un diagnóstico acertado pudo explicarse en términos de un modelo de "razonamiento hacia delante", a través de una red de reglas causales, impulsadas por las proposiciones relevantes entresacadas del material diagnóstico- un texto escrito- que se les presentaba a los participantes. Estas reglas parecían derivarse del conocimiento base subyacente del médico mejor que de cualquier información contenida en el texto mismo. En contraste, los participantes que hicieron un diagnóstico inadecuado tendían a utilizar una mezcla de "razonamiento hacia delante" y "razonamiento hacia atrás", comenzando con una hipótesis de alto nivel y procediendo de forma "arriba-abajo" hacia las proposiciones contenidas en el material del texto, o a la generación de reglas irrelevantes.

Lesgold, Rubinson, Feltovich, Glaser, Klopfer y Wang (1988) analizan la expertez médica en el campo de la radiología, con la finalidad de entender el aprendizaje de esta habilidad cognitiva compleja y extender los resultados, si ello es posible, a la adquisición de la conducta experta en general. El diagnóstico radiológico es una habilidad compleja y difícil que tiene un componente perceptual sustancial, lo que le hace ligeramente diferente de otros dominios, tales como el ajedrez y la física, que han sido estudiados previamente. La radiología conlleva una

cantidad sustancial de conocimiento, tanto de principios que ya están formalizados como de conocimiento más implícito que puede conseguirse principalmente a través de la experiencia clínica y que va más allá del conocimiento científico formal de la medicina. Los autores emplearon en este estudio una estrategia metodológica básica consistente en la observación naturalista de radiólogos durante su trabajo, a partir de la cual diseñaron experimentos que se intentó preservaran en la mayor medida de lo posible el diagnóstico.

En términos generales, los resultados mostraron que los expertos hicieron más inferencias cognitivas y desarrollaron un modelo más coherente del paciente mostrado en el film; mientras que las representaciones de los noveles, puestas de manifiesto en sus protocolos, fueron más superficiales y fragmentadas. Los resultados cualitativos quedaron resumidos en varias propuestas generales, tales como que: a) los expertos construyen una representación mental de la anatomía del paciente muy general a la que refieren los casos propuestos; b) los expertos evocan los esquemas cognitivos pertinentes de forma rápida; c) los expertos exhiben flexibilidad y adecuación de los esquemas; d) los expertos ven las cosas de forma diferente; e) la adquisición de las habilidades cognitivas no está en función directa de la experiencia; y, f) el procesamiento cognitivo adquiere más importancia que el perceptual en el diagnóstico radiológico experto.

Los autores terminan concluyendo que la adquisición de la expertez consiste en la adquisición de versiones de esquemas cada vez más refinados que se desarrollan a través de formas cognitivamente profundas de generalización y discriminación. Este proceso, sin embargo, no es del todo automático, sino que requiere una elaboración cognitiva compleja en la que los aspectos relevantes van diferenciándose de los irrelevantes, a través de una práctica en la que el individuo ha de ser consciente de estos aspectos. Además, la

automatización de este conocimiento puede impedir en algunos casos atípicos un diagnóstico adecuado. Precio que hay que pagar por el desarrollo de la expertez. Este hecho, puesto de manifiesto de forma más explícita por otros autores (Sternberg y French, 1992) será tratado más adelante. Finalmente, Lesgold y colaboradores (1988) consideran que hay un fuerte paralelismo entre la adquisición de las habilidades específicas de tipo complejo que conlleva la expertez en este y otros campos, y el desarrollo cognitivo en general.

Groen y Patel (1988) y Patel y Groen (1991) revisan y establecen implicaciones teóricas a partir de los estudios realizados sobre la conducta experta en el dominio de la medicina. Dos hallazgos empíricos fundamentales en la investigación sobre las diferencias entre expertos y noveles han sido el fenómeno del "mejor recuerdo" y el del "razonamiento hacia delante". El primero se refiere al hecho de que los expertos tienen habilidades de memoria superiores para reconocer patrones informativos en sus dominios de expertez. El segundo, al hecho de que al resolver problemas más o menos rutinarios en sus dominios, las personas expertas en la solución de problemas tienden a "trabajar hacia delante", desde la información dada a la resolución del problema. Este segundo hallazgo se ha comprobado en varios campos como el de la física o las matemáticas, en problemas considerados como "bien definidos", pero se ha observado especialmente también en el campo de la medicina. El razonamiento "hacia delante" (forward reasoning) contrasta con el "razonamiento hacia atrás" (backward reasoning), en que se trabaja desde una hipótesis acerca de lo desconocido hacia la información dada. Esta distinción también se ha denominado "basada en objetivos" (razonamiento hacia atrás) frente a "búsqueda heurística (hacia delante) basada en el conocimiento" (Hunt, 1989). Patel y Groen (1991) también establecen esta misma distinción en términos de datos (hacia atrás) e hipótesis (hacia delante). El

razonamiento "hacia delante", sin embargo, está sujeto a error en ausencia de un adecuado dominio de conocimiento. El éxito en el uso del razonamiento "hacia delante" está restringido por el ambiente una vez que se necesita una gran cantidad de conocimiento relevante. En contraste, el razonamiento "hacia atrás" es más lento y puede hacer demandas más fuertes a la memoria de trabajo, una vez que se ha de mantener en ella de forma simultánea objetivos, datos e hipótesis. Se usa más cuando se necesita un método de razonamiento que no puede dañarse por la falta de conocimiento; esto es, cuando falta el conocimiento previo relevante para la solución del problema.

El propósito del estudio de Patel y Groen (1991) fue el de comprobar la generalidad del razonamiento "hacia delante" en los expertos, o por el contrario la presencia de ambos tipos de estrategias, dependiendo del tipo de conocimiento necesario, específico o general, necesario. Los resultados mostraron en conjunto que cuando se trabajó con problemas estructurados normalmente los expertos recordaron más e hicieron mejores diagnósticos que los noveles, mientras que cuando se rompió la estructura del problema, los noveles no se vieron perjudicados, pero los expertos tuvieron un rendimiento mucho menor, semejante al de los noveles. Este resultado fue similar al encontrado por Chase y Simon (1973) en el ajedrez. Por otra parte, los expertos emplearon una estrategia de razonamiento "hacia delante" en todas las situaciones en mayor medida que los noveles. Se produjo además una alta relación entre la calidad del recuerdo, -aunque sólo para la información relevante-, la adecuación del diagnóstico y el razonamiento "hacia delante". Un resultado clave fue el hecho de que los médicos expertos no recordaron más que los noveles, sino que su recuerdo fue cualitativamente diferente y estuvo basado sólo en aquella información que fue relevante para la solución del problema (esto es, para el establecimiento del diagnóstico adecuado). Parece que los expertos

desarrollan esquemas que filtran el material irrelevante y que es precisamente cuando no pueden echar mano de estos esquemas de conocimiento previo cuando el razonamiento "hacia delante" está más sujeto a fallos.

Los autores (Patel y Groen, 1991) terminan concluyendo la generalidad de la mayoría de los resultados encontrados en el campo de la medicina a otros dominios, como el hecho de que los expertos tienen una memoria incidental superior a la de los noveles, para la información relevante; o el hecho de que los expertos médicos siguen un razonamiento "hacia delante", a la hora de resolver problemas específicos en su campo. Patel, Arocha y Kaufmann (1994) encuentran evidencia de que las representaciones de los problemas que realizan los expertos están basadas en una memoria de trabajo a largo plazo como la postulada por Ericsson y Kintsch (1995) que les posibilita almacenar los hallazgos clínicos y los hechos y conceptos asociados más relevantes, lo que les permite a su vez un razonamiento más flexible acerca de las alternativas diagnósticas. Esta representación capacita incluso a los expertos para recuperarse de hipótesis inicialmente incorrectas, evaluar alternativas diagnósticas, y construir una explicación coherente de todos los hechos clínicos relevantes.

En el estudio de Crowley, Naus, Stewart y Friedman (2003), se estudia el desarrollo de la expertez en el diagnóstico visual en patología, mediante el análisis de vídeos y protocolos verbales de individuos noveles, de nivel intermedio y expertos en ese campo, hallando en el nivel de expertez diferencias en búsqueda, percepción y componentes de razonamiento, destacando que en la competencia se incluye el desarrollo de estrategias de búsqueda adecuadas, el reconocimiento rápido y preciso de localizaciones anatómicas y la adquisición de habilidades de interpretación de datos, y proporcionando un modelo

cognitivo empírico de la competencia para la compleja tarea del diagnóstico patológico.

Una característica distintiva propia del dominio médico es, sin embargo, a juicio de los autores, la existencia de dos clases de conocimiento, el conocimiento académico de las ciencias básicas, que se enseña primero; y el conocimiento situacional que se adquiere en la práctica clínica. Siendo en este segundo tipo de conocimiento en el que los expertos médicos manifiestan su expertez. La forma en que se integran uno y otro tipo de conocimiento en el campo de la medicina ha sido objeto de trabajos posteriores en el contexto de los estudios sobre la expertez.

Bennet y colaboradores (2003) también definen las características propias de un experto en un campo especializado de la medicina.

Así, Van de Wiel, Boshuizen y Schmidt (2000) llevan a cabo un estudio para investigar los cambios cualitativos que ocurren en la estructura del conocimiento durante la adquisición de la conducta médica experta. Para ello, se comparó la representación del conocimiento patofisiológico en individuos de cuatro niveles diferentes de expertez en el campo de la medicina. Los individuos estudiaron cuatro casos clínicos bajo tres restricciones de tiempo, y dieron un diagnóstico y una explicación de los síntomas en cada caso. Los resultados mostraron que tanto la adecuación del diagnóstico como la calidad de las explicaciones aumentó con el nivel de expertez. Las explicaciones de los expertos, sin embargo, fueron menos elaboradas y menos detalladas que las de los estudiantes. Las restricciones del tiempo de procesamiento afectaron la calidad de las explicaciones de los estudiantes avanzados, pero no las de los expertos; al contrario, la elaboración y el nivel de detalle de las explicaciones se vio afectada en los expertos pero no en los estudiantes. Estos resultados fueron explicados por un modelo que integra dos

hipótesis, la hipótesis de que el conocimiento biomédico y el conocimiento clínico están organizados como “dos mundos aparte” (Patel, Evans y Groen, 1989) y la hipótesis de la encapsulación del conocimiento, según la cual el conocimiento biomédico llega a estar encapsulado dentro del conocimiento clínico (Schmidt y Boshuizen, 1992).

Según este modelo, el conocimiento biomédico es de naturaleza causal y describe el funcionamiento y mal funcionamiento del cuerpo humano, estando considerado como la base teórica de la medicina; mientras que el conocimiento clínico es de naturaleza principalmente asociativa y trata de las manifestaciones, clasificación y tratamiento de la enfermedad. En el estudio de Patel y Groen (1986) la mayor parte de las reglas causales enumeradas en las explicaciones dadas al diagnóstico realizado, relacionaron los datos clínicos con las hipótesis diagnósticas, sin referencia al conocimiento biomédico sugiriendo que, en el conocimiento base de los expertos, los datos clínicos y las hipótesis diagnósticas están asociados fuertemente.

Boshuizen y Schmidt (1992) analizaron el razonamiento diagnóstico de estudiantes de medicina holandeses de segundo, cuarto y quinto año, así como de médicos de familia con experiencia, encontrando que los estudiantes de cuarto año utilizaban el mayor número de conceptos biomédicos en sus protocolos de pensamiento en voz alta, mientras que los estudiantes de quinto año y los médicos de familia expertos eran los que menos utilizaban conceptos de este tipo. Además, aunque los expertos daban explicaciones más cortas, éstas eran cualitativamente mejores.

La hipótesis de los “mundos aparte” (Patel y Groen, 1986; Patel, Evans y Kaufman, 1990) sugiere que el conocimiento de las ciencias biomédicas y el de las ciencias clínicas está organizado en dos bases de

conocimiento separadas, como dos mundos diferentes, con sus propias estructuras de conocimiento y modos de razonamiento, que se corresponden con la naturaleza causal y asociativa de los dos tipos de conocimiento. Schmidt y Boshuizen (1992), por otro lado, sugieren que durante el desarrollo de la expertez, el conocimiento biomédico y el clínico se integran significativamente dentro de un conocimiento base coherente. De forma que el conocimiento biomédico se va subsumiendo en el conocimiento clínico, a través del uso repetido de este último. Lo que estos autores denominaron "encapsulación del conocimiento".

El objetivo del estudio de Van de Wiel, Boshuizen y Schmidt (2000) fue el de comprobar si se producían tipos de representaciones distintas en individuos –estudiantes de medicina y médicos internistas-, con diferente nivel de expertez, a los que se les decía que tenían que diagnosticar y explicar los diagnósticos de cuatro casos médicos que variaban en nivel de complejidad. Los resultados estuvieron en línea con los hallazgos anteriores sobre la mayor precisión diagnóstica de los expertos, sus representaciones a más alto nivel, y su razonamiento "hacia delante". Además, el análisis cuidadoso de los protocolos verbales de las explicaciones de los participantes demostró que en los casos en que se necesitaba activar el conocimiento biomédico, se empleó este tipo de conocimiento en las explicaciones dadas por los individuos, incluidos los médicos expertos. Este resultado hace que los autores concluyan que el conocimiento médico experto está compuesto de redes altamente coherentes de conocimiento que permiten tanto el razonamiento causal como las relaciones asociativas. Si bien el conocimiento biomédico parece estar encapsulado dentro de conceptos clínicos más amplios y de alto nivel de generalidad que son los que sirven prioritariamente para establecer el diagnóstico. La activación del conocimiento biomédico no es, además, un proceso de todo-nada sino que depende, entre otros factores, del tiempo que disponen los

individuos para el diagnóstico. Los autores proponen sobre la base de los resultados encontrados y de las consideraciones teóricas establecidas, la integración de las dos hipótesis anteriores. De esta forma, el conocimiento biomédico no está organizado en una base de conocimiento distinta a la del conocimiento clínico, si bien se sigue reconociendo la importancia del conocimiento clínico en el razonamiento diagnóstico de los expertos médicos.

Desde nuestro punto de vista, estos resultados tienen una trascendencia teórica importante, más allá del dominio del diagnóstico médico y del campo de estudio de la competencia experta, si tenemos en cuenta que, por lo general, el paradigma conexionista o la arquitectura de las redes neuronales en el que se asienta la explicación asociativa, y el paradigma cognitivo tradicional que hace uso de las estructuras modulares y del razonamiento lógico-causal, mantienen posturas teóricas irreconciliables.

Un ámbito de estudio importante dentro del dominio del estudio del comportamiento médico experto y del estudio de la expertez en general, es el análisis de los cambios que se producen en la conducta y la competencia experta con la edad. El estudio de la forma en que la edad manifiesta sus efectos sobre la competencia experta, es una cuestión de relevancia tanto teórica como práctica. Se han propuesto dos modelos acerca del mantenimiento de la conducta médica experta, observada por lo general, con la edad. El primero, denominado modelo compensatorio, establece que los médicos de edad desarrollan estrategias para compensar la disminución de las funciones cognitivas básicas como la atención y la memoria a corto plazo. El segundo modelo, formulado por Ericsson, Krampe y Tesch-Römer (1993), propone que los expertos desarrollan inicialmente estrategias que descansan no tanto sobre las funciones cognitivas básicas, como sobre las que hacen uso predominante del conocimiento intenso que poseen

los expertos. De acuerdo con este modelo, denominado de estrategias expertas, los médicos con la edad continúan utilizando tales estrategias, que se han desarrollado como resultado natural de su práctica deliberada y experiencia en un dominio. Estas estrategias ayudan a los médicos de edad a mantener su nivel de conducta experta a pesar de la disminución en el funcionamiento cognitivo básico. En palabras de Patel y Arocha (1999) “no es porque ellos son mayores por lo que alteran su estrategia (modelo compensatorio), sino mejor que debido a su extensa práctica y experiencia, se desarrolla una estrategia que descansa sobre recursos distintos a los que están afectados por la edad (modelo de estrategias expertas). Este segundo mecanismo les permite incorporar la información clínica de forma similar a los médicos expertos más jóvenes, mientras hacen uso de procesos que hacen menos exigencias cognitivas” (Patel y Arocha, 1999, p. 128).

La revisión de Patel y Arocha (1999) concluye: que a) los expertos más mayores continúan realizando sus tareas en un alto nivel, a pesar de las limitaciones potenciales que impone la edad en las funciones cognitivas básicas; b) bajo condiciones de premura de tiempo, los expertos de edad es más probable que cometan errores, particularmente errores de omisión; c) si se le concede tanto tiempo como sea necesario, un experto más mayor es tan preciso en su diagnóstico como el experto de menos edad; d) puede haber una tendencia de los expertos más mayores de evitar la sobrecarga de la memoria de trabajo; e) las diferencias en edad son más pronunciadas cuando se compara a los expertos en tareas artificiales que en tareas válidas desde el punto de vista ecológico, ligadas además a dominios de expertez más ricos en conocimiento; f) los expertos mayores suelen seguir una estrategia de razonamiento hacia delante en mayor medida que los expertos más jóvenes, posiblemente para evitar la sobrecarga de su memoria de trabajo.

La explicación teórica que ofrecen los autores sobre los resultados anteriores y en general sobre el mantenimiento de la competencia experta con la edad está de acuerdo con el segundo modelo presentado anteriormente, denominado modelo de estrategias expertas. Los expertos generan inferencias de alto nivel (hipótesis, diagnósticos tentativos) para explicar las observaciones clínicas en los primeros momentos de su procesamiento del caso, mientras que los noveles y sub-expertos generan inferencias de bajo nivel (observaciones y hallazgos), de manera que es la generación de inferencias de alto nivel lo que tiene una conexión directa con la precisión en el diagnóstico.

El mecanismo explicativo de este hecho, sobre el cual volveremos posteriormente, estriba en que los médicos expertos desarrollan estructuras de memoria intermedias que permiten la rápida recuperación de información en sus dominios de expertez, facilitan el acceso rápido y fácil a la información compilada, y hacen posible evitar el procesamiento extra de la información clínica de bajo nivel. Durante el tiempo de codificación, los expertos adquieren un conjunto de constructos que asocian la información clínica nueva con el conocimiento ya almacenado en la memoria y que actúan como una extensión de la memoria de trabajo. A este mecanismo lo llaman Ericsson y Kintsch (1995) "memoria de trabajo a largo plazo" (LTWM). En las situaciones de diagnóstico médico, y en la solución de problemas en general, los expertos utilizan la memoria de trabajo a largo plazo para sintetizar los datos (por ejemplo, un conjunto de observaciones clínicas) y proveer un acceso rápido y selectivo a la información almacenada en la memoria a largo plazo. De esta manera, en vez de descansar sobre los datos básicos y el procesamiento intensivo necesario para recordar las observaciones o hacer inferencias de bajo nivel, los expertos usan formas alternativas de procesamiento cognitivo, que continúan usando cada vez más conforme se hacen mayores.

Patel, Arocha y Kaufman (1999) incorporan el estudio del conocimiento tácito a la adquisición del conocimiento médico experto; un aspecto que forma parte de la competencia experta en la mayoría de los campos profesionales (Sternberg y Hovarth, 1999). Los autores destacan la importancia del conocimiento del dominio en la adquisición de la competencia experta en el campo de la medicina. El conocimiento del dominio informa la práctica y la práctica, a su vez, conforma el conocimiento. Además, conforme el conocimiento médico explícito se rectifica con la práctica de la medicina, la dimensión tácita del conocimiento llega a ser más importante. El conocimiento tácito, por definición, se refiere a los aspectos que no pueden ser enseñados de forma explícita y que por consiguiente sólo se adquieren a través de la experiencia directa. Es por ello que el conocimiento tácito adquiere importancia fundamental en el ámbito profesional, en el que una gran parte del aprendizaje ocurre en la práctica, una vez que se ha completado el entrenamiento formal. Esto lleva a plantear la cuestión de cuál es la naturaleza de la experiencia que promueve la adquisición del conocimiento tácito.

Para Patel, Arocha y Kaufman (1999) el conocimiento explícito y el conocimiento implícito –tácito- son dos formas separadas de conocimiento, que están afectadas por mecanismos diferentes y se adquieren a través de experiencias diferentes. La equivalencia de estos dos tipos de conocimiento en el dominio médico es el conocimiento específico del dominio, que se adquiere de forma explícita, y el conocimiento clínico de tipo práctico, que se aprende parcialmente a través de la experiencia en hospitales y otros centros de salud. Además, el éxito en el empleo del conocimiento implícito descansa sobre la adquisición de estructuras de conocimiento biomédico bien formadas. A esto añaden que el conocimiento implícito es situado, esto es, está disponible en las situaciones rutinarias de la práctica. El aprendizaje

depende, a veces, de hacer explícito el conocimiento tácito y, por consiguiente, susceptible de adquisición y cambio conceptual. En general, el conocimiento tácito se considera cercano a la habilidad del experto para resolver casos clínicos utilizando un razonamiento "hacia delante", que no parece hacer uso del conocimiento médico, sino de la experiencia clínica previa.

Finalmente, hemos de indicar que el elemento común en las explicaciones de la conducta médica experta, y en otros tipos de expertez, sigue siendo la existencia de una estructura cualitativamente bien organizada de conocimiento específico en un dominio, que permite una interpretación directa de los hechos que ocurren dentro del mismo. Como se ha señalado para los expertos en general: "El factor crítico que explica la superioridad de los expertos se ha encontrado que está en las bases de conocimientos altamente interconectadas de los expertos" (Patel, Arocha y Kaufman, 1999, p. 81).

1.4.4. Estudio de las habilidades de los expertos en el dominio de las Ciencias Sociales.

Algunos de los estudios pioneros en este campo son los realizados por Voss, Tyler y Yengo (1983) y Voss, Blais, Means, Greene y Ahwest (1986) sobre las diferencias entre expertos y noveles en solución de problemas en el campo de las Ciencias Sociales en general y de la economía más en particular. Estos autores estudiaron el razonamiento informal –esto es, razonamiento probabilístico que tiene lugar en situaciones de la vida diaria-, en un grupo de individuos expertos en el dominio de la economía y otro grupo de individuos noveles en ese campo, pero especialistas en el campo de la biología. A los individuos se les presentaron unos pocos problemas abiertos –en los que no hay una única solución posible-, del campo de la economía (como por ejemplo, cómo mejorar la situación económica de los países más pobres) y se registraron los protocolos verbales que acompañaban la solución del problema. Los resultados pusieron de manifiesto diferencias entre expertos y noveles en las estrategias de solución, siendo las estrategias de conocimiento de los expertos mucho más elaboradas que las de los participantes noveles. Además las diferencias entre individuos dentro de un grupo fueron mucho menores que las diferencias entre grupos de expertos y noveles.

Más recientemente, los resultados obtenidos por Arts, Gijselaers y Boshuizen (2000), en el campo de la administración y organización de empresas, son semejantes a los resultados encontrados en campos distantes como el de la medicina. A los participantes en el estudio, estudiantes de ciencias de la organización de la Universidad de Maastricht de distintos curso y profesionales expertos con 25 años de experiencia en tal actividad, se les presentaron la descripción de dos casos sobre situaciones reales de empresas, para que los estudiasen durante un tiempo, pidiéndoseles a continuación que recordaran el caso estudiado, realizan un análisis escrito de la situación y un diagnóstico de la misma. Los resultados del recuerdo mostraron

diferencias claras entre noveles, personas con experiencia intermedia, y expertos, en el tipo de recuerdo. Las personas situadas en un nivel intermedio fueron los que recordaron más información, los noveles los que recordaron menos información y los expertos la información más relevante. Mientras que en el análisis y diagnóstico del caso, las personas noveles produjeron más conocimiento de tipo declarativo que los expertos, que fueron los que hicieron más inferencias a partir de la información dada y unos diagnósticos más adecuados.

Hughes y Parkes (2003) recogen los esfuerzos realizados durante décadas para el desarrollo de software para el análisis de protocolos verbales, incluyendo la comparación de individuos con diferentes niveles de expertez.

La adquisición de la competencia experta en la práctica legal ha sido estudiada por diversos autores (Marchant y Robinson, 1999; Ward, 1999). Marchant y Robinson (1999) comienzan su revisión de los estudios sobre el tema, preguntándose si un experto en leyes es alguien que conoce la ley, y responden que el conocimiento de las leyes es una condición necesaria pero no suficiente para ganar un caso. El experto en leyes no puede basarse únicamente en el conocimiento de las reglas formales, una vez que éstas están insuficientemente bien definidas. Aunque las leyes acerca de un área estén muy bien definidas, el entendimiento y el análisis de los principios legales relevantes para una situación particular sigue dependiendo en parte del conocimiento tácito adquirido a través de la experiencia. El conocimiento de la ley es sólo una pequeña parte de este proceso. A partir de aquí, la expertez en el campo legal se define "como la habilidad conseguida de la experiencia para entender y aplicar las reglas, estatutos y principios legales a un problema nuevo, usando lo decidido previamente por las autoridades para construir un argumento legal" (Marchant y Robinson, 1999, p. 4). Para estos autores, el razonamiento legal depende del empleo de la

analogía de forma creativa para tejer argumentos que aplican un principio legal favorable a un conjunto de circunstancias nuevo y a veces diverso. El razonamiento legal consiste en la construcción de argumentos que justifiquen una postura legal. Estas posturas legales están basadas frecuentemente en casos sobre los que ya ha decidido la corte de justicia. Por ello, los argumentos que sustentan una posición se construyen estableciendo analogías con las sentencias anteriores ganadas por una parte en situaciones similares. El conocimiento tácito de un experto en leyes se estructura alrededor de la identificación de los hechos clave y la búsqueda de precedentes apropiados, utilizando mecanismos de búsqueda basados sobre la similitud semántica, la consistencia estructural y la centralidad pragmática; procesos empleados en el razonamiento analógico. Estos factores actúan como restricciones en el proceso, limitando el número potencial de correspondencias consideradas. Aunque, al construir un argumento basado en la analogía, las consideraciones pragmáticas, que enfatizan la importancia del conocimiento explícito e implícito sobre el propósito está siendo construida, priman sobre los otros factores, a la hora de seleccionar el precedente que hace el argumento más fuerte.

En una serie de experimentos llevados a cabo por Marchant, Robinson, Anderson y Schadevald (1993), se examinó el empleo de la analogía en la construcción de un argumento efectivo en el área de los impuestos. Los resultados mostraron que los expertos hicieron un uso mayor y más eficaz del conocimiento analógico que los noveles a la hora de resolver un problema. Aunque los expertos con gran experiencia tuvieron una disminución en su ejecución cuando se variaron pequeños aspectos del problema, presumiblemente porque aplicaron de forma automática una regla previamente empleada con éxito ante un caso similar, pero no idéntico. Este último resultado está de acuerdo con la

propuesta de Sternberg y French (1992) sobre los costos de la expertez en algunos casos.

En conjunto, los estudios de Marchant y colaboradores sugieren que la fuente de la expertez en el campo legal no se encuentra en el conocimiento de las reglas a aplicar, sino mejor en las habilidades de razonamiento analógico que permiten seleccionar los casos precedentes que hacen el argumento más fuerte (Marchant y Robinson, 1999).

En el campo de la auditoria también han sido objeto de estudio las diferencias entre expertos y noveles, a partir de los trabajos de Johnson, Jamal y Berryman (1991) y Bedard y Chi (1993), sobre los procesos de detección del fraude por auditores, utilizando el análisis de protocolos verbales de pensamiento en voz alta, mientras analizan supuestos prácticos. Los resultados generales de estos estudios muestran que la cantidad de experiencia, de carácter general, que los auditores tienen no predice su eficacia, sino que es la cantidad de experiencia con tipos particulares de firmas lo que la predice. Lo cual parece demostrar la especificidad de la expertez dentro de un dominio.

Early (1999) estudió la tarea de auditoria de inmobiliarias en expertos y noveles, encontrando que los expertos tuvieron una realización superior a los noveles y que ello es debido en buena medida al reconocimiento de patrones de información significativos que ayudaban a establecer un diagnóstico adecuado de la situación; mientras que la realización inferior de los noveles pareció deberse a la falta de reconocimiento de estos patrones de información. Además, los resultados de un segundo experimento indicaron que cuando se hacía a los noveles conscientes de los patrones de información en los que los expertos basaban sus decisiones, aumentó la realización de los participantes noveles en un problema posterior.

1.4.5. Estudio de las habilidades motoras en los deportes y dominios relacionados.

Un ámbito diferente de realización experta es el de las *habilidades motoras en los deportes, la danza y dominios relacionados.*

La habilidad motora está presente en una gran cantidad de actividades humanas. Una cuestión crítica en el estudio de la expertez en el dominio de las habilidades motoras es la relación entre los aspectos meramente cognoscitivos, como la existencia de un mayor conocimiento de los expertos en este campo, y los aspectos perceptivos y motores relativos a la ejecución de las habilidades motoras (Allard y Starkes, 1991).

En el campo de los deportes, Allard y Starkes (1991) dividen las habilidades necesarias para su realización en dos tipos: habilidades "cerradas" y habilidades "abiertas". Las habilidades cerradas se despliegan en un ambiente estacionario (como por ejemplo, la danza); mientras que las habilidades abiertas se despliegan en un ambiente dinámico, en el que habitualmente hay un oponente o varios (como por ejemplo, el boxeo o el fútbol). Para las habilidades cerradas, la memoria es un elemento crítico, mientras que para las habilidades abiertas la táctica y la estrategia constituyen elementos fundamentales, como sucede en actividades como el juego de ajedrez. Los deportes abiertos, que implican tal tipo de habilidades, requieren habilidades cognitivas

asociadas con habilidades cognitivas "puras" tales como el ajedrez o la física. Además, las demandas sobre la ejecución motora siempre incluyen la rapidez, la precisión de las respuestas, o ambos.

Los resultados de los estudios en el campo de la conducta experta en los deportes ponen de manifiesto que las diferencias entre expertos (personas que ejecutan a un alto nivel) y noveles (personas que realizan las actividades deportivas a un nivel más bajo), se encuentran, en buena medida, en los factores cognitivos asociados, tales como en la cantidad y calidad de conocimiento disponible sobre ese dominio, la capacidad de planificación de las actividades, así como en la anticipación de los movimientos necesarios para alcanzar una mayor rapidez y precisión (Allard y Starkes, 1991; Ericsson y Lehmann, 1996). Aunque el balance entre "conocer" y "hacer" cambia de unos dominios a otros dentro del campo de los deportes y las habilidades motoras en general, el aspecto del conocimiento aparece como un factor diferenciador importante entre expertos y noveles. Además, la construcción de las habilidades motoras parece depender de la habilidad del individuo para establecer vínculos entre el conocimiento y la acción en cada situación, dado que las habilidades motoras y las habilidades cognitivas constituyen aspectos semejantes y diferentes de la ejecución humana (Rosenbaum, Carlson y Gilmore, 2000).

Algunos ejemplos recientes de estudios interesados en la relación entre los aspectos cognitivos y motores presentes en los deportes, los tenemos en los estudios de Ferrari (1999), Ste-Marie (1999), Lavise, Deviterne y Perrin (2000), Werner y Thies (2000), Ward y Williams (2003) y Starkes y Ericsson (2003). En el primero de estos estudios (Ferrari, 1999) encuentra que las habilidades de autorregulación del aprendizaje juegan un papel importante en la transferencia experta de un dominio motor como el karate a otro relacionado como es el tai chi. Ste-Marie (1999) encuentra que los jueces expertos en gimnasia tienen

un conocimiento base de tipo declarativo más amplio y profundo que los jueces noveles, lo cual es consistente con los estudios que demuestran que la ventaja de los expertos en los deportes está relacionada con las estrategias de procesamiento adquiridas (Abenerthy, Neal y Koning, 1994). Lavise, Deviterne y Perrin (2000) hallan diferencias en la adquisición de las habilidades motoras (tiro con arco) de acuerdo con la calidad de las construcciones cognitivas hechas por los individuos, de forma que los mejores resultados los obtuvieron los participantes del grupo experimental, sujetos a unas condiciones de aprendizaje que favorecieron la construcción de unas representaciones mentales más adecuadas de los movimientos del arco. Por otra parte, Werner y Thies (2000), encuentran que la expertez en un dominio, el del fútbol americano, influye la habilidad de detectar cambios semánticos (estructurales o relevantes) en las imágenes perceptivas de ese dominio. Ward y Williams (2003), examinan la contribución relativa de las habilidades visuales, preceptivas y cognitivas en el desarrollo de la expertez en fútbol. Starkes y Ericsson (2003) recopilan los avances conseguidos en la investigación sobre la expertez en el deporte.

El análisis de la conducta experta abarca también el *campo artístico* como el *dominio de las artes visuales y la música*. Así, en una revisión reciente sobre el tema de la naturaleza de la conducta y la competencia experta en las artes visuales, Kay (2000) establece una descripción de las diferencias cualitativas entre personas con varios niveles de expertez, en términos de aspectos susceptibles de desarrollo en el campo profesional.

El dominio artístico más estudiado en relación con la expertez es el de la música. La ejecución musical experta se manifiesta típicamente en la ejecución de una pieza que el músico ha estudiado de forma extensa anteriormente. Una característica distintiva de los músicos expertos es su habilidad superior para reproducir de forma fiable el tiempo y las

variaciones en el sonido de la misma pieza en ejecuciones sucesivas (Ericsson y Lehmann, 1996).

Sloboda (1991) en su revisión de los estudios sobre los músicos expertos, entendiendo como tales aquellos músicos que realizan una tarea musical significativamente mejor (según algún criterio especificado) que la mayoría de la gente, incluyendo otros músicos, concluye que la competencia experta en la música supone, al igual que en otros dominios, la habilidad de codificar y almacenar tonalidades musicales en términos de sus características estructurales. Mientras que el aspecto diferencial y específico de la música con otros ámbitos puede encontrarse en la habilidad para aprehender una configuración estructural-emocional, sin la cual no puede adquirirse la habilidad de ejecutar de forma expresiva.

Más recientemente, Drake y Palmer (2000) investigan la adquisición de las habilidades de ejecución musicales en pianistas noveles y expertos, y encuentran una fuerte relación entre el manejo de las restricciones temporales impuestas y las habilidades de planificación; lo que sugiere que estos dos indicadores cognitivos están estrechamente relacionados y pueden surgir de los procesos de segmentación durante la práctica.

1.4.6. Extensión del estudio de las habilidades de los expertos a otros dominios.

El estudio de la expertez se ha extendido a *otros dominios diversos* que incluyen el análisis de la conducta experta de tipistas, diseñadores de programas de ordenador, camareros, somelliers, etc.

El desarrollo de la expertez en la escritura a máquina es una habilidad que se ha estudiado de forma extensa en condiciones de laboratorio, para examinar los efectos de la práctica (Ericsson y Lehmann, 1996). Los estudios de Ericsson y Charness (1994) sobre la adquisición de habilidades de escritura a máquina muestran que con la práctica, los individuos expertos desarrollan la habilidad de "mirar hacia delante" o anticipar el texto que están transcribiendo. La diferencia entre el texto fijado visualmente y las letras escritas en un instante dado (lapso ojo-mano) aumenta con la práctica. Al dirigir su percepción más allá del texto que se está transcribiendo en un momento dado, los expertos preparan las teclas futuras moviendo sus dedos hacia un lugar determinado. De hecho, cuando se impide que los individuos miren más allá del texto que se está transcribiendo en un momento dado, la rapidez de los expertos se reduce casi a la de los noveles. Del mismo modo que los tenistas expertos anticipan la trayectoria de la pelota antes de que el otro jugador la devuelva (McPherson, 1993). Al anticipar los sucesos futuros, los expertos soslayan las limitaciones impuestas por la atención consciente a las actividades que ocurren en secuencias temporales.

Las diferencias entre expertos y noveles en el dominio de la programación de ordenadores también han sido estudiadas de forma extensa, desde la década de los ochenta. Adelson y Soloway (1985) dieron un conjunto de especificaciones de programación a expertos y noveles, observando mediante protocolos de pensamiento en voz alta los procesos de diseño subsiguientes. Los resultados mostraron que los programadores expertos, a diferencia de los noveles, generaron una representación inicial de alto nivel (modelo mental) de su diseño y

fueron modificándolo posteriormente hasta que satisfizo todas las condiciones impuestas por la situación. Al final procedieron a un diseño detallado de sus componentes. Cuando la tarea era familiar para los expertos, éstos recuperaron o construyeron de manera rápida un modelo mental adecuado; pero cuando la tarea no era familiar los expertos dedicaron un considerable esfuerzo en la generación de un modelo mental que satisficiera todas las restricciones relevantes.

De forma similar, Koubek y Salvendy (1991) hallaron evidencia de que los programadores super-expertos generaban una representación más general y abstracta del programa de ordenador que lo hicieron los expertos.

El papel que tienen las restricciones contextuales en la adquisición del diseño de programaciones expertas, ha sido abordado recientemente por Etelaepelto (2000), quien examinó la adquisición de la expertez en el diseño y desarrollo de sistemas de información, con la finalidad de investigar la forma en que la experiencia práctica se relaciona con el conocimiento contextual y estratégico en la solución de problemas de programación. Para ello comparó 40 analistas de sistemas profesionales con 33 programadores noveles. A los participantes en el estudio se les dio la tarea de desarrollar un sistema de información basado en un micro-ordenador, que debería de ayudar a diferentes clases de familias a planificar y controlar sus financias domésticas. Después de completar sus soluciones a la tarea, se entrevistó a los participantes acerca de cómo habían procedido en la construcción de la solución. Los resultados mostraron que los expertos manifestaron una mayor comprensión y un mayor grado de conciencia que los noveles hacia las condiciones contextuales establecidas por los clientes.

Baroody y Dowker (2003) analizan, mediante la revisión de numerosas aportaciones de diferentes especialidades e investigaciones, la

naturaleza del experto en matemáticas y cómo puede promoverse esa expertez mediante la instrucción.

Un dominio estudiado extensamente es el de la memoria de los camareros para las peticiones realizadas por los clientes de los restaurantes en situaciones de laboratorio que tratan de reproducir la situación natural en la que se realiza esta tarea (Ericsson y Lehmann, 1996; Ericsson y Polson, 1988; Ericsson y Kintsch, 1995). En uno de estos experimentos (Ericsson y Polson, 1988) se analizó en el laboratorio la conducta y la competencia experta de un camarero con una memoria excepcional para las peticiones de los clientes. El análisis de la conducta y de los protocolos verbales de esta persona indicó que seguía una estrategia previamente establecida en su práctica profesional, consistente en adecuar las peticiones de los clientes dentro de un esquema previo de tipo más o menos estándar, que facilitaba el recuerdo de las peticiones de los clientes. Este esquema incluía, por ejemplo, la solicitud de peticiones del camarero de acuerdo con la situación espacial de los clientes, la notación simbólica y esquemática en el cuaderno de notas, la categorización previa de las diferentes variaciones sobre un aspecto de las solicitudes de los clientes, como el grado de cocción de un alimento, etc. En suma, este camarero utilizaba estrategias de codificación especializadas para cada categoría de elementos. De esta forma soslayaba las limitaciones de la memoria a corto plazo, estableciendo vínculos entre los elementos presentes en su memoria a corto plazo (las peticiones de los clientes) y la estructura esquemática desarrollada previamente de forma consciente, durante muchas horas de práctica profesional, que se encontraba almacenada en su memoria a largo plazo. Por otra parte, la comparación de la realización de este camarero con la realización de individuos noveles, estudiantes de cursos introductorios de psicología, demostró amplias

diferencias en niveles de ejecución también como en estrategias de codificación.

El estudio de la conducta experta se aplicado incluso al análisis del comportamiento de expertos "somelliers" de la región francesa de la Borgoña. Chollet y Valentin (2000) compararon las dimensiones olfativas utilizadas por expertos y noveles –estudiantes de enología-catadores de vinos para describir y categorizar una serie de 13 vinos rojos de la región de Burdeos. Los datos se obtuvieron a través de dos procedimientos, los protocolos verbales de los participantes y una tarea de juicios de similitud entre los pares de vinos posibles. Los resultados mostraron que: a) ambos grupos fueron capaces de generar un conjunto coherente de descriptores de los vinos; y b) que los dos grupos utilizaron un número equivalente de dimensiones para describir y categorizar los vinos, pero que los individuos expertos utilizaron más términos analíticos para diferenciar unos vinos de otros, mientras que los individuos con un nivel menor de expertez utilizaron términos más holísticos. Los expertos mostraron una mayor riqueza y especificidad en su vocabulario relativo al tema de los vinos. Por otra parte, los resultados mostraron que la tarea de descripción verbal ayudó a establecer diferencias entre el grupo de expertos y noveles.

Mención aparte, por el ámbito en el que nos encontramos, merece el estudio de la conducta y la competencia cognitiva del *profesor experto*. Aunque el estudio del profesor experto tiene un interés práctico considerable, curiosamente, no se ha abordado el tema hasta época reciente, al menos desde la corriente principal de investigación de la expertez, aunque sí se haya tratado desde la perspectiva de estudio del pensamiento del profesor. Este hecho quizá se deba a la complejidad de la conducta del profesor, dada la diversidad de tareas y funciones que está llamado a desempeñar, así como la dificultad de establecer criterios claros de realización superior (Charness y Schultetus, 1999).

Desde la perspectiva apuntada, de análisis de las características del profesor, son clásicos los estudios de Berliner (1988) sobre las características que diferencia los profesores expertos de los profesores noveles, subexpertos y principiantes; así como los estudios de Clermont (1994), Leinhardt y Smith (1985), Leinhardt y Greeno (1986) y Leinhardt (1989), acerca del pensamiento y la conducta cognitiva de los profesores expertos.

El estudio de las diferencias entre profesores expertos y noveles en términos de su eficacia docente, ha sido abordado más recientemente en trabajos tales como el de Hativa, Barak y Simhi (1999), quienes estudiaron a profesores universitarios ejemplares para identificar sus formas de pensamiento y conocimientos acerca de las dimensiones y estrategias de enseñanza, las estrategias eficaces que utilizan realmente en clase, y las relaciones entre su pensamiento y conocimiento acerca de las estrategias eficaces y su utilización real de estas estrategias. Para ello, se entrevistaron, grabaron en vídeo y evaluaron por sus estudiantes, dos profesores de cada uno de dos departamentos, uno de literatura y otro de psicología, en una universidad de Israel. Los cuatro profesores mostraron que conocían muchas estrategias eficaces de enseñanza, aunque hubo un número significativo de estrategias que ellos utilizaron sin ser conscientes de ellas, y hubo unas pocas estrategias que conocieron pero que no utilizaban en clase. Los resultados sugieren que la dimensión principal de la enseñanza experta y eficaz es la claridad, junto con un conjunto de estrategias de enseñanza; pero más allá de esto, no se necesitan muchas más condiciones (como interés o vocación) para una enseñanza excelente. Estos resultados muestran cierta similitud con los hallazgos de Castejón y Martínez (2001), quienes hallaron que las diferencias entre profesores expertos y noveles se sitúan principalmente en los métodos de enseñanza.

Lin (1999) presenta un trabajo sobre la búsqueda de un prototipo de enseñanza experta en Taiwan, siguiendo la visión prototípica de Sternberg y Horvath (1995) sobre la enseñanza experta. Se requirió de los participantes (13 profesores noveles, principiantes y expertos) para que comentaran una serie de diapositivas sobre sucesos de clase. Y a continuación se codificaron sus protocolos verbales. Se encontraron diferencias significativas en el conocimiento de los profesores noveles, principiantes y expertos. Los profesores expertos poseían mayor conocimiento sobre el proceso instruccional que los profesores noveles y principiantes.

Holt (1999) examinó el papel que juega la expertez en un dominio de contenido, el de la literatura, para la enseñanza eficaz de esa materia. A través del estudio de caso, un experto en el contenido de una materia que estaba realizando un programa de entrenamiento de profesores, el autor demuestra que este profesor no trasladó su expertez en la materia a la enseñanza eficaz de la misma, y que esto se debió al fallo del experto en reconocer que la expertez, en cualquier dominio, incluido el de la enseñanza, es en buena medida aprendida. Este resultado está en línea con los obtenidos por Leinhardt y Smith (1985), Leinhardt y Greeno (1986) sobre el hecho de que el conocimiento de la materia parece ser una condición necesaria pero no suficiente para una enseñanza eficaz. Del mismo modo, Genovard y Gotzens (1990), también señalan la existencia de otras variables, además de conocimiento de la materia, que influyen en la actividad académica del profesor.

Genovard y Gotzens (1990), señalan la importancia de conocer y desarrollar las variables que inciden en el comportamiento del profesor, teniendo en cuenta que esto ayudaría a entender las diferencias en los resultados de la instrucción. Del mismo modo, destacan el ejercicio y la

práctica profesional del profesor experto como punto de partida para los estudiantes de formación del profesorado.

Minstrell (1999) aborda el tema de la identificación de los elementos de la expertez profesional en el campo de la enseñanza del profesor y la forma en que puede trasladarse esa expertez a los profesores principiantes. Para el autor, dado que hay muchas situaciones de enseñanza diferentes y que se necesita conocer las condiciones bajo las cuales aplicar distintos procedimientos de solución ante los problemas planteados por cada una de esas situaciones, es necesario que los profesores tengan y operen bajo un modelo coherente del proceso instruccional, que tengan una visión teórica de la enseñanza y el aprendizaje en una disciplina particular. Aunque esta visión teórica puede ser más o menos explícita, debe de ser coherente. Minstrell (1999) propone que el profesor experto tiene junto al conocimiento explícito, un conocimiento tácito sobre cada uno de los siguientes aspectos: a) el conocimiento profundo de la materia; b) el conocimiento detallado de la naturaleza del aprendizaje, y la adaptación de la enseñanza a las características de aprendizaje de los alumnos; c) el conocimiento acerca del proceso instruccional de la materia específica a los estudiantes, que permite diseñar el curriculum teniendo en cuenta "la mente de los alumnos"; y d) el conocimiento acerca del manejo del ambiente de aprendizaje, que supone sobre todo el empleo de estrategias de enseñanza en las que se hace uso de las cuestiones a los estudiantes y el manejo de las discusiones en grupo. Para Minstrell (1999), el desarrollo de estas conductas profesionales se produce de forma paralela a como se produce el aprendizaje de otras conductas y competencias, a través de un proceso de adquisición tanto explícita como implícita de las mismas, en el que adquieren importancia, la observación y la reflexión sobre la experiencia, las relaciones con un

mentor, la participación activa en redes de desarrollo profesional y la investigación propia.



Capítulo 2. Las habilidades intelectuales generales y el desarrollo de la competencia

Si se asume que los individuos inteligentes son, por definición, aquellos que son capaces de actuar inteligentemente en general y por tanto de transferir conocimientos y habilidades a través de diferentes dominios, aparece la cuestión de cuál es la relación entre la inteligencia y la expertez, y qué papel juega la inteligencia en el desarrollo de la competencia.

2.1. Inteligencia y realización superior.

De Groot (1946/1865) es uno de los primeros autores que informa de un estudio, realizado en los años 20 en Rusia, en el que profesores rusos de ajedrez con conocimientos de psicología examinaron la realización de ocho grandes maestros del ajedrez, jugadores de talla mundial, en un conjunto de test de laboratorio destinados a evaluar las funciones cognitivas y perceptivas básicas. Contrariamente a lo esperado, los grandes maestros no se diferenciaron de los jugadores principiantes en estas habilidades básicas, únicamente tuvieron una realización mejor en los tests de memoria sobre la posición de las piezas.

En el caso de los expertos en ajedrez, podía esperarse que tuvieran una habilidad espacial superior (Chase y Simon, 1973; Holding, 1985). Sin embargo, Doll y Mayr (1987) compararon la realización de 30 jugadores alemanes de elite con 90 jugadores normales de similar edad, empleando un test de Cociente Intelectual (CI) con siete subescalas, y no encontraron evidencia de que los expertos fueran mejores en las tareas espaciales. Además, no encontraron ninguna correlación entre las subescalas o el CI total con el nivel de realización, dentro del grupo de jugadores de elite.

Otros numerosos estudios sobre capacidades perceptuales básicas y tiempo de reacción no han encontrado una superioridad de los atletas de elite sobre grupos de control formados por personas normales (Abernethy, 1987). Lo mismo que ocurre con expertos médicos en rayos X, que no mostraron una superioridad en capacidades perceptivas básicas (Norman

y colaboradores, 1992).

En general, las revisiones de la realización de expertos adultos muestran que las diferencias individuales en habilidades y capacidades básicas son predictores pobres del nivel de realización (Ericsson y Lehmann, 1996).

El tema de la influencia de características individuales como la inteligencia en la adquisición de la expertez, en dominios ricos de contenido, como el ajedrez, también aparece en el estudio del 2002 de Waters, Gobet y Leyden, en el que se estudia a un grupo de jugadores de ajedrez adultos, y en el que se pone de manifiesto la poca evidencia de que la habilidad de memoria visual y la inteligencia visoespacial sean factores relativamente importantes en la adquisición de la habilidad en ajedrez.

Los estudios diseñados de forma específica para examinar la relación entre las habilidades generales de inteligencia, puestas de manifiesto en índices globales como el CI, y la realización experta, muestran conclusiones similares. Entre estos estudios, los más citados son los de Ceci y Liker (1986, 1988) y Ceci y Ruiz (1992).

Ceci y Liker (1986) estudiaron un grupo de personas que asistían diariamente a las carreras de caballos, con el objetivo de entender la base de su expertez a la hora de predecir la situación de cada caballo al final de la carrera. Basándose en la capacidad para predecir estas ventajas se distinguieron dos subgrupos, el de los expertos y el de los no-expertos. A partir de los datos obtenidos en varias carreras, los autores demostraron que los expertos emplearon un modelo multiplicativo complejo que incluía interacciones múltiples entre unas siete variables relevantes, de las 25 variables identificadas por los participantes en el estudio. Además, una ecuación de regresión aditiva simple entre las 25 variables predictivas –indicadas por los participantes- y la estimación de la posición de los caballos, alcanzó menor poder predictivo que el de los expertos. Por otra

parte, la comparación entre expertos y no-expertos mostró que los expertos consideraron más elementos –variables- en su predicción y sobre todo, que no añadieron de forma simple esta información, sino que tuvieron en cuenta diferentes valores de estas variables y la interacción entre las siete variables más relevantes.

Cuando se correlacionó la puntuación de CI obtenida por los expertos con el peso derivado para la interacción de las siete variables predictivas más importantes, -indicativa de su complejidad cognitiva- se obtuvo un valor de -0.07. Esto es, aunque una mayor complejidad cognitiva estuvo relacionada, de forma predictivo-causal, con el éxito en la estimación de las posiciones de los caballos, no hubo relación entre tal pensamiento complejo y el CI ni entre el CI y la estimación de las posiciones finales. La evaluación de la inteligencia de este tipo de expertos sobre un test estándar de CI fue irrelevante para predecir la complejidad de su pensamiento en las carreras de caballos (Ceci y Liker, 1986; 1988).

Los resultados obtenidos por Ceci y Liker (1986) mostraron también que el CI no estuvo relacionado con los resultados obtenidos por los no expertos. Además, cuando se compararon las diferencias entre expertos y no expertos en el CI, se encontró que los expertos con CI bajos siempre utilizaron modelos interactivos más complejos que los no expertos con alto CI.

Ceci y Ruiz (1992) llevaron a cabo otro estudio con dos de los expertos identificados previamente en el trabajo anterior sobre la competencia de los expertos a la hora de pronosticar los posiciones en las carreras de caballos. Uno de estos expertos era un empresario con una licenciatura en matemáticas y un CI de 121. El otro experto fue un granjero jubilado con estudios primarios y un CI de 81. Ambos participantes habían demostrado en el estudio de Ceci y Liker (1986) una habilidad comparable. El objetivo de este estudio fue el de ver si un nivel

comparable de complejidad cognitiva debería ser útil para dar una solución a un problema nuevo de un dominio distinto, pero que requería el mismo tipo de mecanismos para su solución. O lo que es lo mismo, si la complejidad cognitiva que estuvo asociada con la expertez en las apuestas de caballos fue específica de un dominio o general. Además, se trataba de ver si el hecho de poseer una habilidad intelectual general alta, modificaba el grado de transferencia de un dominio a otro.

La tarea consistió en un juego de bolsa en el que debían anticiparse los valores futuros de dos productos ficticios, a lo largo de 411 ensayos realizados durante siete meses. En este caso se consideraron 18 variables, de las cuales sólo 7 influían en los valores de los productos. Esta influencia se producía de la misma forma que lo hacían las 7 variables identificadas en el estudio de las carreras de caballos, una ecuación de siete factores con múltiples efectos de interacción.

Los resultados evidenciaron que al final de los 411 ensayos ambos participantes habían adquirido una habilidad semejante para predecir los futuros valores de bolsa, y que esta habilidad era mucho menor, en ambos individuos, que la demostrada en su dominio propio de expertez, las apuestas en las carreras de caballos. Por consiguiente, ninguno de los expertos en carreras de caballos tuvo éxito en redescubrir el mismo modelo de funcionamiento cognitivo que usaba de forma exitosa en el dominio en que era experto. Y esto fue así tanto para el experto con mayor habilidad intelectual general, medida por el CI, que para el experto con baja habilidad. Nada distinguió a los dos participantes.

Estos resultados muestran, por tanto, que lo que Ceci y Liker (1986, 1988), Ceci (1996) denominan complejidad cognitiva, es específica de un dominio. Estos datos sugieren además, que el CI no está relacionado con tal complejidad cuando otros factores como la motivación y la experiencia previa se mantienen controlados.

Tomados en conjunto, estos resultados sugieren la necesidad de ampliar la noción de la inteligencia como una capacidad general desarrollada dentro, tanto de la tradición psicométrica como la de procesamiento de la información. Por una parte, la evidencia mostrada en estos estudios desafía la idea de que un individuo con alto CI es alguien que posee la capacidad para abordar muy distintas tareas a alto nivel. Más bien parece que la inteligencia, tal y como se operativiza con el CI, refleja un tipo particular de cognición mejor que una aptitud general para el pensamiento complejo como se ha supuesto. Además, esta concepción de la inteligencia, como algo abstracto y general, tampoco parece tener una relación causal con muchos logros del mundo real, especialmente del mundo profesional adulto.

Una modificación de la concepción tradicional de la inteligencia, como capacidad general y abstracta, para tratar con cualquier tipo de tareas, que incorpora los resultados obtenidos sobre la competencia experta y la importancia del conocimiento como contexto en el que se desarrolla la inteligencia, la constituye la teoría basada en el conocimiento, elaborada de forma más extensa por Ceci (1996), sobre el modelo de complejidad cognitiva.

Ceci (1996) propone una modificación de las teorías tradicionales de la inteligencia que hacen sinónimo el término inteligencia con el de Cociente Intelectual (CI) o capacidad general *g*. La propuesta de Ceci (1996) consiste en incorporar los resultados de las investigaciones sobre la expertez y otros estudios que demuestran la importancia del conocimiento, en las teorías tradicionales de la inteligencia desarrolladas dentro del paradigma de procesamiento de la información. El supuesto básico de la teoría de la complejidad cognitiva de Ceci (1996) es que las operaciones cognitivas de tipo básico y general, -como atención, percepción, memoria y razonamiento-, se realizan de forma más o menos eficiente, dependiendo del conjunto elaborado e interconectado de

conocimientos que posee el individuo.

Stankow (2003) plantea como aspecto esencial de la inteligencia humana la complejidad en le sentido del número de procesos distintos que necesitan ser usados para resolver problemas cognitivos. La inteligencia abarcaría todas las habilidades cognitivas y, por tanto, sería incorrecto asociarla solo con el factor general.

Para Ceci (1996) un prerrequisito de la conducta cognitiva compleja es la posesión de un conocimiento base bien diferenciado y elaborado, en forma de estructura cognitiva, que opera de forma interactiva con los procesos cognitivos básicos. El conocimiento *per se* no es la característica definitoria de la complejidad cognitiva, sino la forma en que se estructura ese conocimiento. Para Ceci, los resultados cognitivos complejos dependen de: 1) el grado de coherencia, elaboración e integración de los conocimientos almacenados en la memoria a largo plazo, que determinan la representación del conocimiento en un dominio dado de expertez, y 2) la eficacia (en parte condicionada por factores biológicos y en parte por la organización del conocimiento base) con la que una persona utiliza sus procesos cognitivos, tales como la memoria, la atención, etc. Esto es, la conducta cognitiva compleja es la resultante de la interacción entre las estructuras elaboradas de conocimiento y los procesos cognitivos. Así, la manera en que se estructura el conocimiento, y en particular su grado de complejidad, influyen la forma en que interpretamos, recordamos y razonamos.

La relación entre los procesos cognitivos y las estructuras de conocimiento es una relación simbiótica, de carácter multiplicativo más que aditivo: "unos procesos cognitivos eficientes ayudan a añadir estructura y complejidad al conocimiento existente en un dominio, y a su vez, esta estructura puede aumentar la eficacia de los procesos cognitivos que operan sobre ella. Así, es fácil imaginar a alguien que desarrolla un

proceso cognitivo en un dominio, pero no en otro” (Ceci, 1996, p. 24).

Un ejemplo de este proceso lo tendríamos en la expansión de la memoria a corto plazo en dominios particulares, a partir del establecimiento de claves de codificación y recuperación de los contenidos almacenados durante largo tiempo en la memoria a largo plazo, como establece la teoría sobre la memoria de trabajo a largo plazo, LTWM, desarrollada por Ericsson y Kintsch, 1995), que analizaremos con mayor detenimiento en el próximo capítulo.

El hecho de que la inteligencia, definida como CI no muestre relación en muchos casos con la realización de los expertos en un dominio particular, parece demostrar, además, que la complejidad cognitiva resultante de la interacción entre procesos y estructuras es diferente a cualquiera de los dos componentes por separado o, al menos, no depende únicamente de los procesos cognitivos básicos, -como por ejemplo la memoria a corto plazo- con los que sí está relacionada la inteligencia general. Esto impide concluir que los procesos cognitivos de carácter general, (inteligencia o memoria de trabajo) juegan un papel preponderante sobre la organización del conocimiento base. En todo caso, puede ser que la importancia relativa de unos y otros cambie a lo largo del tiempo.

Desde la perspectiva evolutiva, los estudios sobre el desarrollo de las estrategias de memoria (Chi, 1985; Chi y Ceci, 1987), también apoyan la idea de que la complejidad cognitiva es específica de un dominio. Los procedimientos, reglas y estrategias que se convierten en generales en la etapa adulta, se desarrollan en dominios particulares durante las primeras etapas evolutivas y no pueden aplicarse fuera de ese dominio de conocimiento hasta que se han adquirido experiencias amplias en ese y otros dominios.

En suma pues, para Ceci (1996) la inteligencia, en un sentido amplio, está en función de la complejidad cognitiva, que a su vez depende de las

operaciones de los procesos cognitivos sobre una estructura de conocimiento específica e, inversamente, los procesos cognitivos dependen de la cantidad de conocimiento que una persona posee también como de la organización de este conocimiento. Y, por último, la complejidad cognitiva está vinculada a un dominio específico de conocimiento.

Otra modificación de la concepción tradicional de la inteligencia como capacidad general, que incorpora los conocimientos adquiridos sobre la competencia experta, es la introducida por Sternberg (1998; 1999a; 1999b; 2000).

Anteriormente, hemos apuntado que los resultados de los estudios sobre la importancia del conocimiento en la competencia experta, sugieren que la inteligencia, tal y como se operativiza con el CI, refleja un tipo particular de cognición mejor que una capacidad general para el pensamiento.

El subtítulo del trabajo de Sternberg (1998): "*Ability and expertise. It's time to replace the current model of intelligence*", es lo suficientemente explícito, para pensar en su contenido. Su objetivo es integrar dos tradiciones investigadoras que se han mantenido tradicionalmente separadas, la investigación tradicional sobre la inteligencia psicométrica y la investigación sobre la expertez. El principal argumento de éste y otros trabajos recientes sobre el tema (Sternberg, 1999a; 1999b), es que la inteligencia y las capacidades humanas son formas de expertez en desarrollo.

Desde este punto de vista, aunque los tests de capacidades o inteligencia se emplean como predictores de otras clases de realización, como el rendimiento académico, no se debe confundir la prioridad temporal en su administración con algún tipo de prioridad psicológica. Las capacidades, tal y como son medidas por estos test, son como mucho formas de expertez en desarrollo, como lo son otras formas de expertez en desarrollo

–como las calificaciones escolares- medidas de diferentes modos. No hay distinción cualitativa entre las distintas clases de medidas. El hecho de que correlacionen unas medidas y otras significa que comparten algún tipo de expertez, pero no que unas sean la causa de otras. En este sentido, no debemos de caer en el error de confundir correlación con causación. Las capacidades no son anteriores a la expertez, sino que las capacidades constituyen formas de expertez ellas mismas, que se han desarrollado como resultado de la interacción entre las predisposiciones genéticas y las experiencias ambientales. Sternberg rechaza así de forma explícita "la prioridad psicológica de las capacidades sobre la expertez" (Sternberg, 1998, p. 16).

Un ejemplo puede aclarar esta última idea: Si una persona ha desarrollado una habilidad para realizar tests de CI, es posible que obtenga mayor puntuación en un test de este tipo, que en una prueba de rendimiento académico, y viceversa; pero lo segundo no significa que "a pesar de su menor inteligencia" obtiene un rendimiento alto, adquiriendo así un valor menor que en el primer caso. Después de todo, es mejor encontrar casos de gente que sobrepasa su supuesto nivel de inteligencia en el contexto académico y/o profesional que encontrar evidencia de lo contrario (Bermejo, Castejón y Sternberg, 1996; Sternberg, Castejón y Bermejo, 1997). Irónicamente, los test de capacidad se consideran un mejor indicador de lo que un niño puede lograr (o debería lograr) que lo que un niño realmente hace.

Además, en este momento, hay muchas clases importantes de expertez que los tests actuales no miden, como son las habilidades de inteligencia intra e interpersonal (Gardner, 1983, 1993, 2001); la inteligencia creativa y práctica (Sternberg, 1996; Sternberg, Castejón, Prieto, Hautämaki y Grigorenko, 2001; Sternberg, Wagner, Williams y Horvath, 1995; Sternberg y Horvath, 1999; Ambrose, Cohen y Thanenbaum, 2003; Ambrose y Cohen, 2003), o la inteligencia emocional (Bar-On y Parker,

2000).

Para Sternberg (1998, 1999a,b) los tests de inteligencia miden habitualmente una parte de lo que es necesario para varios tipos de éxito, pero sólo una parte; especialmente para el éxito en la vida. Se necesita, por tanto, un cambio desde la práctica educativa asentada sobre la relación tradicional capacidad-logro, hacia una práctica fundamentada en el desarrollo de una expertez basada en el conocimiento para todos los niños.

Gardner (2003) propone la distinción entre, al menos, tres significados del término inteligencia: inteligencia como característica de la especie, inteligencia como diferencia individual, e inteligencia como ejecución ajustada de una tarea. Cada una de ellas tiene su propio ámbito y utilidad y desafortunadamente, en ocasiones, estos tres sentidos se confunden. El autor sugiere el entrenamiento o fomento de la inteligencia de forma diferente a través de las tres perspectivas y que el educador debe respetar esas diferencias.

En la presentación del "*Handbook on intelligence*", Sternberg (2000) señala el cambio que se ha producido desde principios de siglo hasta ahora, sobre la concepción que tienen los expertos acerca de la inteligencia. Este cambio ha tenido lugar dentro de una dimensión que va desde la inteligencia como capacidad general de carácter abstracto –factor "g"-, pasando por la consideración de la inteligencia como metacognición –concebida como conocimiento sobre y control de la cognición-, en los años ochenta; hasta la concepción actual que destaca el rol del conocimiento y la interacción entre el conocimiento y los procesos mentales.

Más recientemente, Sternberg, Lautrey y Lubart (2003, 2003b) presentan una revisión de estudios anteriores sobre inteligencia, y al mismo tiempo se exploran ideas que se diferencian radicalmente de las nociones tradicionales de inteligencia. Los autores revisan la historia de la

inteligencia y discuten las nuevas y diversas direcciones que encabezan el campo agrupadas en cuatro grandes bloques en los que se discute sobre la naturaleza de la inteligencia, el desarrollo de la inteligencia, medida de la inteligencia y la relación entre inteligencia y otros aspectos como personalidad. El trabajo de los autores es representativo del gran rango de teorías y perspectivas que están siendo desarrolladas en la investigación sobre inteligencia actualmente, y en él tratan de acercarnos a un modelo sobre la verdadera naturaleza de la inteligencia.

2.2. Solución de problemas y habilidad de aprendizaje: su relación con la inteligencia.

La relación entre inteligencia y expertez también ha sido estudiada en el campo de la resolución de problemas complejos que semejan a los de la vida real. En este ámbito son bien conocidos los estudios realizados en Alemania sobre el manejo de sistemas complejos, de carácter dinámico, como el manejo de una supuesta ciudad, realizados por Dörner y sus colegas (Beckmann y Guthke, 1995; Dörner, Kreuzig, Reither y Stäudel, 1983; Dörner y Pfeifer, 1993; Funke, 1995).

Dörner y sus colegas de la Universidad de Hamburgo, Alemania, han analizado con detenimiento las relaciones entre inteligencia, medida por tests psicométricos de factor "g" y la realización de los participantes en

una tarea de resolución de problemas de la vida diaria, pero de tipo complejo. En sus estudios se requiere de los participantes que asuman el papel de alcalde de una ciudad ficticia de tamaño medio, denominada Löhhausen. Los participantes realizan esta tarea sentados ante un ordenador, y su tarea consiste en atender todos los problemas de las ciudades reales, como inflación, desempleo, la necesidad de proyectar avenidas para el tráfico y los peatones, etc., todos los cuales no son igualmente importantes y muchos de los cuales dependen unos de otros o se influyen mútuamente. Se identifican alrededor de cien variables en esta tarea y el éxito de los participantes en manejar la ciudad se mide en términos de la cantidad de ingresos que quedan al final de la simulación.

Dörner, Kreuzig, Reither y Stäudel (1983), Dörner y Pfeifer (1993) derivaron una jerarquía de nueve pasos para describir varias estrategias cognitivas que se podrían emplear para resolver los problemas de esta ciudad ficticia, desde la más simple, ensayo y error, a la más compleja, un acercamiento sistemático de comprobación de hipótesis con múltiples lazos de retroalimentación. En estos estudios no se ha obtenido ningún tipo de relación entre el CI y cualquiera de las estrategias de manejo de la ciudad o los resultados finales obtenidos. De hecho, la realización de esta tarea sólo estuvo correlacionada con las variables de extroversión y autoconfianza, lo que parece mostrar que los factores motivacionales y emocionales pueden predecir el éxito en mayor medida que los factores intelectuales en los problemas de la vida diaria.

Los resultados obtenidos por Kluwe, Schilde, Fisher y Oellerer (1991) sobre la revisión de la literatura, especialmente la europea, acerca de las relaciones entre la habilidad de resolver problemas complejos y la inteligencia, son contradictorios. En algunos casos, se encuentran correlaciones sustanciales, en otros se informa de correlaciones nulas.

Beckman y Guthke (1995), se plantearon el objetivo específico de analizar

las relaciones entre la inteligencia psicométrica y la conducta de los participantes en su estudio, en la misma tarea de manejo de esta ciudad ficticia, con la intención de analizar las variables que parecen modular la relación entre estos dos constructos. Los autores comienzan proponiendo una serie de variables potenciales que pueden modular la relación entre inteligencia y solución de problemas. Entre estas variables están, el grado de estructura del problema, la "incrustación" semántica del mismo, la familiaridad, los requerimientos de la tarea, y el carácter dinámico de la misma.

En cuanto al grado de estructura, los autores indican que los problemas con objetivos bien definidos parecen mostrar más relación con la inteligencia (los tests) que la conducta de solución de problemas mal definidos. El objetivo de la tarea de manejo de la ciudad fue asegurar el bienestar en el futuro próximo y distante, lo que constituye un objetivo más bien difuso. Los trabajos más recientes llegan a conclusiones similares. Así, Hong (1999) comparó los requisitos para la solución de problemas bien y mal estructurados. Los resultados de su estudio fueron similares a las conclusiones de investigaciones anteriores, los problemas bien y mal estructurados requieren necesariamente diferentes componentes para alcanzar su solución. En concreto, la cognición que incluía el conocimiento específico en un dominio y el conocimiento estructural, y las habilidades de justificación fueron componentes críticos para la solución de los problemas bien estructurados. Mientras que la metacognición, las variables no-cognitivas, las habilidades de justificación y la adecuada estructuración del conocimiento, fueron componentes esenciales necesarios para resolver problemas mal estructurados.

La "incrustación" semántica hace referencia a otra variable que media potencialmente la relación entre inteligencia y solución de problemas. Cuando el problema está inmerso en relaciones semánticas ricas, es más fácil que se active el conocimiento previo, que a su vez facilita,

normalmente, la solución del problema (Frensch y Funke, 1995). Los tests psicométricos de inteligencia, por el contrario, tienden a disminuir la importancia del conocimiento previo.

La familiaridad del problema está estrechamente relacionada con su dificultad, de manera que según Beckman y Guthke (1995), se espera que la correlación entre la inteligencia y los resultados de la solución de problemas sea más alta con problemas de dificultad media.

Los requerimientos de la tarea hacen referencia al tipo de conocimiento, conceptual o procedimental, que se requiere para resolver el problema. Así, se puede esperar, según los autores, una correlación distinta con la inteligencia, según se trate de una tarea de adquisición de conocimiento o de aplicación del conocimiento.

El carácter dinámico de la tarea se refiere al proceso seguido para resolver el problema de manejo de la ciudad que requiere la adquisición de conocimientos y la toma de decisiones continua durante el curso de la tarea. Por el contrario, los tests de inteligencia ponen énfasis en el logro de una respuesta en un momento dado. Por lo general, no se han elaborado tests dinámicos que evalúen la capacidad de aprendizaje de las personas. Aunque cuando se emplea este tipo de pruebas, los resultados son distintos a las pruebas de inteligencia tradicional (Sternberg, 1999a).

Beckman y Guthke (1995) realizaron un experimento con el propósito específico de estudiar los efectos de la "incrustación" semántica del problema y del conocimiento previo sobre la relación entre la solución del problema y la inteligencia psicométrica. La hipótesis de partida fue que la solución del problema debe estar correlacionada de forma significativa con las puntuaciones en un test tradicional de inteligencia, pero sólo cuando la situación de solución del problema es abstracta, esto es, cuando no exista un conocimiento previo que pueda ayudar en la realización de la tarea. Al contrario, la realización de los participantes ante un problema

semánticamente rico se esperaba que correlacionara mucho menos con las puntuaciones de un test tradicional de inteligencia. Otro objetivo de este experimento fue comprobar si un test de aprendizaje estaba más relacionado con la solución del problema propuesto, que un test tradicional de inteligencia.

Los participantes en este estudio realizaron dos versiones de una misma tarea dinámica y compleja. En la versión semántica, la tarea requería que los participantes activaran su conocimiento previo. Mientras que en la versión abstracta, no se esperaba que activaran ningún tipo de conocimiento anterior. Como variables dependientes se emplearon dos índices, uno que representaba la adquisición del conocimiento y otro la aplicación del conocimiento. Además, se derivó un índice de habilidad de aprendizaje para los dos tests de aprendizaje utilizados en este estudio.

Para comprobar la primera hipótesis se calcularon las correlaciones de Pearson entre las dos medidas de solución del problema, la adquisición y la aplicación del conocimiento y la realización en los tests tradicionales de inteligencia, de forma separada para cada uno de los dos grupos experimentales, que realizaron la versión semántica y la versión abstracta del problema. Los resultados aparecen en la tabla 2.

Los resultados muestran que el test de inteligencia convencional, sólo muestra una correlación significativa con la aplicación del conocimiento en la situación abstracta, en la que no es posible activar conocimiento previo relevante. Este resultado sustenta la hipótesis de que la incrustación semántica de un problema media la relación entre las medidas tradicionales de la inteligencia y la solución de problemas complejos.

Tabla 2.

Coeficientes de correlación de Pearson entre el test convencional de inteligencia (TC) o el test de aprendizaje (TA) y la adquisición del conocimiento conceptual (ACC) o la adquisición del conocimiento procedimental (ACP), en las dos condiciones, la semántica (S+) y la abstracta (S-). [Tomada de Beckman y Guthke, 1995, p. 194].

	S+		S-	
	ACC	ACP	ACC	ACP
TC	.05	.09	.11	.36*
TA	.03	.03	.52*	.57*

* p < .05.

Por otra parte, en la tabla 2, también se observa la correlación significativa entre el test de aprendizaje y la adquisición del conocimiento, tanto conceptual como procedimental, pero sólo en la situación abstracta de solución del problema. Además, se obtuvo una correlación significativa, no indicada en la tabla, de 0.51, entre adquisición y aplicación del conocimiento en la condición abstracta, lo que demuestra que, al menos en parte, la cantidad del conocimiento adquirido es un buen predictor de la aplicación del mismo. O de otra manera, la calidad de la aplicación del conocimiento depende supuestamente de la calidad del conocimiento adquirido.

Además, una vez que se encontró una correlación sustancial entre el test de aprendizaje y la adquisición y aplicación del conocimiento durante la solución del problema, los autores concluyeron que la cantidad de conocimiento adquirido y la aplicación del mismo, está determinado más probablemente por la *capacidad de aprendizaje* de los participantes que por el nivel alcanzado en el test tradicional de inteligencia. A su vez, la aplicación del conocimiento en la solución de problemas complejos parece

estar más fuertemente relacionado con la inteligencia, psicométrica, que con la adquisición del conocimiento.

Por último, nos parece de especial relevancia el resultado, encontrado por Beckman y Guthke (1995), sobre la relación diferencial existente entre la inteligencia y la adquisición y aplicación del conocimiento, en cuya relación se debe profundizar.

Existe una serie amplia de estudios recientes sobre la distinción entre los aspectos conceptuales y procedimentales del conocimiento, algunos de los cuales provienen del ámbito neuropsicológico. Así, Timmerman y Brouwer (1999) examinan la hipótesis de la existencia de una dificultad de acceso a la memoria declarativa, después de un severo daño cerebral, mientras permanece intacta la adquisición y aplicación del conocimiento procedimental. Esta hipótesis se examinó a través de 4 tareas cognitivas de tiempo de reacción, una tarea semántica, una tarea de comparación de memoria, una tarea de rotación mental y una tarea de lectura en espejo, que se aplicaron a 12 supervivientes de un daño cerebral severo, con edades comprendidas entre los 18 y 47 años, después de 5 años del daño. Como grupo de control actuaron 12 participantes de edad y educación comparables sin ningún tipo de problemas de salud. Los resultados, tomados en conjunto, ofrecieron evidencia de la separación entre los dos mecanismos de adquisición y aplicación del conocimiento, el conceptual y el procedimental. Ten Berge y van Hezewijk (1999), también ofrecen argumentos para la distinción entre el conocimiento declarativo y el conocimiento procedimental desde la perspectiva de la evolución biológica. Aunque en este caso, no se considera una separación clara entre uno y otro tipo de conocimiento, sino que se ve el conocimiento conceptual como parte del conocimiento procedimental.

Rittle (1999), Rittle y Alibali (1999) proponen un modelo de adquisición de uno y otro tipo de conocimiento, el declarativo y el procedimental, dentro

del marco del cambio conceptual, y en concreto en el contexto del aprendizaje sobre las fracciones decimales, por sesenta niños de quinto y sexto grado. Los resultados evidenciaron que el conocimiento previo de tipo conceptual sustentó las ganancias en conocimiento procedimental, y a la vez, estas ganancias en conocimiento procedimental sostuvieron las mejoras en el conocimiento conceptual. Los resultados de un segundo experimento mostraron evidencia de la relación causal existente entre una adecuada representación del problema y la mejora en el conocimiento procedimental. Los niños que recibieron ayuda para representar el problema, representaron un mayor número de problemas de forma correcta e hicieron mayores ganancias en conocimiento procedimental.

En suma, los resultados mostraron que se producía una relación mutua entre el conocimiento declarativo y el conocimiento procedimental, pero que la dirección de la relación causal, del conocimiento declarativo hacia el conocimiento procedimental fue mayor que la relación inversa. Los autores encontraron, además, alguna evidencia referente a que la enseñanza de los aspectos conceptuales tuvo mayor impacto sobre la transferencia, que la enseñanza de aspectos procedimentales, aunque la instrucción en diversos procedimientos puede ser también beneficiosa para el entendimiento conceptual. Por otro lado, se encontró que la habilidad matemática general, medida por un test de aptitudes numéricas, no tuvo influencia sobre el aprendizaje.

Baroody (2003) presenta una recopilación histórica sobre el debate acerca del desarrollo de relaciones entre el conocimiento conceptual y el procedimental, extrayendo una serie de implicaciones para la instrucción, así como para el desarrollo de expertos adaptativos.

Otra línea de investigación la constituyen los estudios realizados en Holanda por Veenman y sus colegas (Veenman, Elshout y Meijer, 1997; Veenman y Elshout, 1999) sobre las relaciones entre *solución de*

problemas, inteligencia, método de trabajo y grado de expertez en un dominio.

Veenman, Elshout y Meijer (1997) estudian la generalidad o especificidad de las habilidades metacognitivas, tal como se manifiestan en unos métodos de trabajo determinados, en estudiantes noveles en tres dominios distintos, y la relación de estas habilidades con la inteligencia general.

Los autores comienzan definiendo un método de trabajo efectivo, como medio de operativizar esas habilidades metacognitivas, que incluye una orientación profunda hacia el estudio y la solución de problemas, un acercamiento sistemático a la tarea, la precisión, y el grado de elaboración y evaluación de la información adquirida, que en general puede verse como un conjunto de actividades auto-regulatorias empleadas en las distintas fases de solución de los problemas (Veenman, 1993; Veenman, Elshout y Meijer, 1997).

El trabajo de Veenman, Elshout y Meijer (1997) parte de una serie de trabajos anteriores en los que se manifiestan las diferencias tradicionales entre expertos y noveles, a favor de los expertos, pero en algunos de los cuales se produce a su vez una rápida progresión de novel a experto. Los resultados tradicionales a favor de los expertos los interpretan los autores como consecuencia de la cantidad y organización del conocimiento que tienen los expertos en un dominio, lo cual hace que se automaticen en el caso de los expertos muchas operaciones que sobrecargan la capacidad de memoria de trabajo. El menor rendimiento de los noveles se debería, por el contrario, al uso de estrategias como el uso del análisis medios fines o el razonamiento hacia atrás, que hacen grandes demandas a la memoria de trabajo y por consiguiente resultan en una sobrecarga del sistema cognitivo que impide o dificulta la realización de la tarea. En suma, el menor rendimiento de los noveles se debería a que su

aprendizaje está restringido por un método de trabajo inadecuado que surge de la falta de conocimiento específico en un dominio.

Sin embargo, los autores citan algunos estudios en los que los noveles adquieren rápidamente la expertez en un dominio (De Jong y Ferguson-Hessler, 1986; Elshout, 1983). Estos noveles-expertos pueden estar caracterizados, tanto por un alto nivel de capacidad intelectual general como por un mejor método de trabajo, o por una combinación de ambas características.

Para Veenman, Elshout y Meijer (1997) existen tres modelos para describir la relación entre la habilidad intelectual y el método de trabajo, en cuanto conjunto de estrategias cognitivas y metacognitivas que ponen en marcha los individuos ante una tarea particular. El primer modelo considera el método de trabajo como resultado directo de la capacidad intelectual. De acuerdo con este modelo el método de trabajo no puede tener un valor predictivo del aprendizaje o realización de una tarea, independiente de la capacidad intelectual. Un segundo modelo, por el contrario, considera la capacidad intelectual y el método de trabajo como predictores enteramente independientes del aprendizaje. El tercer modelo es de tipo mixto. De acuerdo con este modelo mixto, el método de trabajo está relacionado con la capacidad intelectual hasta un cierto punto, pero el método también hace una contribución específica más allá de la capacidad intelectual.

Los objetivos del trabajo de Veenman, Elshout y Meijer (1997) fueron principalmente dos. El primero, comprobar si la progresión rápida de novel a experto resulta de un mayor nivel de inteligencia, un método de trabajo mejor, o de una combinación de ambos factores. El segundo, establecer si el tipo de tarea o dominio, modula la relación entre la capacidad intelectual y el método de trabajo. Tareas o dominio diferentes pueden hacer exigencias particulares al repertorio cognitivo de los

individuos, especialmente la memoria de trabajo, o a ciertas estrategias cognitivas o metacognitivas. De esta forma, en el estudio también se planteó el tema de la generalidad frente a la especificidad de las habilidades metacognitivas en el aprendizaje. Por ello, para investigar la estabilidad del método de trabajo a través de los tres dominios utilizados –y su relación con la capacidad intelectual-, los mismos individuos pasaron a través de tres ambientes de aprendizaje diferentes, física, estadística y un dominio ficticio.

Los participantes en este estudio fueron 14 estudiantes de Psicología, 6 de alta y 8 de baja inteligencia, cuya tarea fue la de descubrir los principios de una ley de física, de una ley estadística, y examinar el poder explosivo de unos materiales desconocidos de un planeta lejano, empleando un razonamiento hipotético deductivo. Todas las tareas constituían ambientes de aprendizaje que se implementaban en pasos sucesivos en un ordenador. Se registraron en una cinta magnética los protocolos verbales de los participantes en el estudio durante la realización de la tarea. Estos protocolos se analizaron de acuerdo con los criterios establecidos para el método de trabajo y los resultados intermedios y finales obtenidos. Finalmente se trasladaron los diversos aspectos evaluados a una escala de puntuaciones. Obteniéndose una puntuación final para cada dominio por separado.

Los resultados principales fueron los siguientes. En primer lugar, se obtuvo una correlación significativa entre los métodos de trabajo, esto es las estrategias cognitivas y metacognitivas que llevaban a la resolución eficaz de los problemas, en los tres dominios. Estas correlaciones se mantuvieron altas después de que fueran corregidas por la selección de grupos extremos de capacidad intelectual. Además, la factorialización de estas medidas mediante un análisis factorial de componentes principales arrojó un factor general que explicó la mayor parte de la varianza y dos factores específicos de cada tarea que explicaron un porcentaje de la

varianza mucho menor.

Estos resultados apoyan la evidencia de que el método de trabajo representó una característica general de los individuos mejor que una característica específica de un dominio. Y están de acuerdo, en líneas generales, con las conclusiones de otros trabajos. Así, Sternberg (1998,b) considera que la metacognición es una parte muy importante de las capacidades humanas que contribuye a hacer a un estudiante experto, aunque sólo sea una parte de estas capacidades. Schraw (1998) describe las relaciones entre el conocimiento específico de un dominio y las capacidades metacognitivas que considera generales. Schraw y Nietfeld (1998) indican que las habilidades metacognitivas están correlacionadas a través de múltiples dominios, aunque puede distinguirse entre habilidades metacognitivas para tareas fluidas y cristalizadas.

Para investigar la relación entre la inteligencia y el método de trabajo, se llevó a cabo, un análisis factorial confirmatorio a la vez que se examinó la contribución de la capacidad intelectual y el método de trabajo a los resultados finales de aprendizaje, mediante una serie de ecuaciones estructurales, derivadas de los distintos modelos propuestos inicialmente. Los resultados principales de estos análisis pusieron de manifiesto que: a) el método de trabajo, en cuanto conjunto de estrategias generales de tipo cognitivo y metacognitivo que pusieron en marcha los estudiantes ante una tarea, hizo una contribución independiente y más alta a la explicación de los resultados de aprendizaje que el nivel de capacidad intelectual general, que también tuvo una contribución significativa; y b) el método de trabajo representó una característica general de los estudiantes a través de los distintos dominios, aunque también apareció un componente específico de cada dominio particular, con menor poder explicativo.

Los resultados apoyaron la evidencia empírica a favor de un modelo

mixto, frente a un modelo en el que inteligencia ocupa el principal eslabón causal. Por consiguiente, una vez que el método de trabajo representa un repertorio de habilidades y estrategias cognitivas y metacognitivas que es parcialmente independiente de la capacidad intelectual, y que pueden ser objeto de una acción instruccional programada, los resultados de este estudio tienen implicaciones educativas claras. El conjunto de habilidades que conlleva el método de trabajo pueden ser entrenadas y desarrolladas dentro del contexto de un determinado dominio con la esperanza de que haya cierto grado de transferencia a otros dominios, bajo ciertas condiciones, que han sido señaladas anteriormente. Además los resultados de este estudio ofrecen cierta evidencia de que la adquisición de un método de trabajo eficaz puede compensar parcialmente la falta de capacidad intelectual.

Aunque los resultados de este estudio son bastante relevantes también tienen algunas limitaciones. Por una parte, las conclusiones no deben de ir más allá de los dominios en los que se han producido, los cuales requerían un grado considerable de razonamiento formal y cuantitativo. Por otra, el reducido número de participantes en este estudio, 14, dificulta su generalización a una población mayor de individuos. A esto hay que añadir que todos los participantes en este estudio eran noveles en los dominios particulares estudiados. Son necesarios estudios de este tipo que profundicen en la relación entre las habilidades y estrategias con la capacidad intelectual, realizados con participantes con distinto grado de expertez, en dominios de características distintas, y con un mayor número de participantes.

El trabajo de Veeman y Elshout (1999) aborda algunos de estos objetivos, especialmente el de estudiar el desarrollo inicial de la competencia experta mediante la comparación de noveles y individuos avanzados en su conocimiento del dominio particular, así como el de profundizar en las relaciones entre las habilidades metacognitivas y la inteligencia durante la

adquisición de la expertez.

Los resultados de estudios anteriores muestran que la inteligencia no aparece relacionada con el rendimiento de los expertos, por lo que se podría esperar que apareciera más relacionada con la realización de los noveles que con la realización de los expertos. Por otra parte, también podrían esperarse diferencias entre expertos y noveles en cuanto a la generalidad o especificidad de las habilidades metacognitivas. De forma específica, se formularon las siguientes hipótesis: 1) la habilidad metacognitiva incrementa con la adquisición de la expertez; 2) de forma similar, debe incrementar el impacto del conocimiento específico en un dominio sobre la actividad metacognitiva; 3) la influencia de la inteligencia debe disminuir gradualmente durante la adquisición de la expertez; y 4) la complejidad de la tarea de aprendizaje determina la posición relativa del estudiante sobre el continuum novel-experto. Los autores diseñaron un primer experimento para probar las tres primeras hipótesis, mientras que diseñaron un segundo experimento para investigar la cuarta hipótesis.

Los participantes en este estudio fueron 17 estudiantes de educación secundaria, con distinto nivel de expertez y de inteligencia. Los nueve estudiantes que habían completado con éxito seis años de física en la escuela secundaria se consideraron expertos, mientras que ocho estudiantes que cursaban esta misma asignatura en los primeros niveles de la educación secundaria se consideraron noveles. Aproximadamente la mitad de cada grupo tenían puntuaciones altas y bajas en un compuesto de test de inteligencia general.

La tarea de los participantes en el estudio consistía en resolver 20 problemas de física asentados en principios de la termodinámica y presentados mediante un ordenador, durante la cual se fueron registrando los protocolos verbales de pensamiento en voz alta concurrentes a la tarea. El objetivo de la tarea era el de definir el método

de trabajo que empleaban los estudiantes, en términos de las estrategias cognitivas y metacognitivas empleadas. Además, los individuos tenían que estudiar un texto introductorio que trataba de los principios de la termodinámica, evaluándose el aprendizaje adquirido antes y después de estudiar el texto, mediante una prueba de elección múltiple.

Una ventaja del trabajo de Veeman y Elshout (1999) es que, al igual que en sus trabajos anteriores (Veenman, Elshout y Meijer, 1997), utilizan medidas de las habilidades y estrategias cognitivas y metacognitivas basadas en protocolos verbales en vez de emplear el método tradicional de los cuestionarios para evaluar este tipo de variables. Ya que, como los propios autores indican unas y otras medidas no suelen mostrar coincidencia, además de que suelen ser las medidas basadas en los protocolos las que mayores relaciones muestran con el aprendizaje. Los resultados obtenidos por García, (1997) y Prieto y Castejón, (1999) ponen de manifiesto una falta de relación o incluso una relación negativa en algunos casos entre las estrategias de aprendizaje evaluadas mediante cuestionarios y el rendimiento académico.

Los resultados del primer experimento de Veeman y Elshout (1999) mostraron una correlación significativa entre la capacidad intelectual y el método de acercamiento a los problemas en el grupo de estudiantes noveles; sin embargo, no se obtuvo una correlación significativa entre inteligencia y habilidad metacognitiva, como se manifestó en la forma de acercarse los estudiantes a los problemas, en el grupo de estudiantes de los cursos superiores. Tampoco apareció una correlación significativa del nivel intelectual con las medidas de aprendizaje tomadas antes y después de la fase de estudio en el grupo de estudiantes de cursos avanzados.

Además, se encontró que el nivel de habilidad metacognitiva fue significativamente más alto para los estudiantes avanzados que para los noveles, confirmando así la primera hipótesis. No obstante, los noveles

con alta inteligencia casi llegaron a alcanzar el nivel de habilidad metacognitiva de los estudiantes del nivel avanzado. Lo cual está de acuerdo con la consideración de estos individuos como “expertos noveles” hecha por Veenman, Elshout y Meijer (1997), para aquellos individuos que adquieren rápidamente la expertez en un dominio. Para los autores, una de las posibles distinciones entre la alta y la baja capacidad intelectual se encuentra en la velocidad de adquisición del conocimiento.

En el segundo experimento se establecieron distintos niveles de complejidad de los problemas con la intención de observar si se producían diferencias en la relación entre el nivel de inteligencia y la habilidad metacognitiva, como predictores del aprendizaje en tres niveles de complejidad de la tarea. Además, como medida del aprendizaje se consideró el número de problemas resueltos después de una sesión de aprendizaje de solución de problemas.

Los resultados mostraron que en el grupo de los noveles, la correlación entre el nivel intelectual y la solución de problemas fue alta en todos los niveles de dificultad de la tarea, lo mismo que ocurrió entre el método de trabajo y la solución de problemas. Por el contrario, las correlaciones entre la inteligencia y la solución de problemas tendieron a cero en el grupo de estudiantes de cursos avanzados.

Por otro lado, la correlación entre la inteligencia y el número de problemas resueltos después de la sesión de aprendizaje, aumentó con los problemas más difíciles en el grupo de expertos, mientras que tendió a disminuir la relación entre el método de trabajo y la solución de problemas en el nivel más alto de complejidad. A la vez que, con los problemas más difíciles, adquirió relevancia la inteligencia en el grupo de expertos, disminuyó el efecto de las habilidades metacognitivas.

Los autores concluyen que la investigación sobre el tema ofrece evidencia de cuatro tipologías de aprendices: aprendices de menor inteligencia a los

que también les faltan las habilidades metacognitivas; aprendices de menor inteligencia con adecuadas habilidades metacognitivas; aprendices con mayor nivel intelectual general a los que les falta un nivel adecuado de habilidades metacognitivas; y aprendices con alto nivel intelectual con un nivel adecuado de habilidades metacognitivas. Esta clasificación es coincidente, en buena medida, con los resultados obtenidos por Bermejo, Castejón y Sternberg, (1996) al comparar los resultados del aprendizaje, o de otras medidas de adquisición del conocimiento, con el nivel intelectual general

Una posible causa explicativa de la variación en la relación entre la inteligencia y los resultados en la resolución de problemas, en función del nivel de complejidad de los mismos, puede situarse en las diferentes demandas que hacen al sistema cognitivo, y en particular a los mecanismos ejecutivos, los diferentes niveles de dificultad de la tarea. Una variable clave en este esquema puede ser la memoria de trabajo.

Wittman y Süβ (1999) han investigado las relaciones entre la memoria de trabajo, la inteligencia, el conocimiento y la solución de problemas complejos, dentro de un esquema teórico-metodológico basado en el concepto de simetría de Brunswik, según el cual predictores y criterios han de ser simétricos uno a otro (por ejemplo, del mismo nivel de generalidad o dificultad) para obtener la predictibilidad máxima.

Según Wittman y Süβ (1999), el componente del procesamiento de la información, aislado por los experimentalistas, que se considera está relacionado de forma estrecha con la inteligencia psicométrica –el factor g-, y es capaz de explicar las diferencias individuales, es la memoria de trabajo. Además, los autores asumen que la inteligencia constituye una amplia disposición para resolver problemas, por lo que su valor predictivo ha de ser máximo cuando se empleen agregados de problemas de diferentes dominios. En segundo lugar presuponen que un conjunto de

factores distintos, predicen y explican mejor el rendimiento que un factor general de inteligencia. La tercera hipótesis establece en línea con los resultados obtenidos por Hunter (1986), que el conocimiento es siempre el mejor predictor de la realización y que la inteligencia tiene un fuerte efecto indirecto sobre la ejecución a través de la vía del conocimiento.

Los participantes en este estudio, 136 estudiantes de economía de la Universidad alemana de Mannheim con una edad media de 26 años, realizaron tres tareas simuladas en ordenador, una tarea de control de una planta energética, otra tarea simulada de obtención de beneficios en una factoría de camisas, y una tarea de dirección de una compañía de alta tecnología en competición con otras tres compañías. La memoria de trabajo se evaluó mediante una batería de nueve test computerizados. Como medida de la inteligencia se utilizó la prueba BIS (Berlin Intelligence Structure), desarrollada en el contexto alemán, y que mide tanto factores operativos como factores de contenido numérico, verbal y figurativo. La medida del conocimiento consistió en una prueba de 19 cuestiones de respuesta múltiple acerca de leyes y estrategias económicas.

Los resultados se mostraron de acuerdo a lo esperado según el principio de simetría, de forma que por ejemplo, se obtuvo un mayor porcentaje de varianza explicada cuando se utilizaron las puntuaciones de 12 pruebas, que cuando se empleó sólo el factor "g". Los resultados encontrados sobre la memoria de trabajo mostraron que "ésta es a la vez un poco más y un poco diferente de *g*" (Wittman y Süβ, 1999, p. 95). Además se encontró que la memoria de trabajo mostraba relaciones diferenciales con los contenidos verbal y figurativo, lo que está de acuerdo con otros estudios revisados por nosotros en los que la memoria de trabajo no se muestra como un constructo totalmente unitario (Lehto, 1996), sino que en él aparecen dos sistemas distintos uno verbal y otro visoespacial (Smith, McEvoy y Gevins, 1999).

En cuanto a la relación entre el conocimiento y el rendimiento obtenido en las tareas de solución de problemas, el mayor efecto directo sobre el rendimiento correspondió, tal y como se había predicho, al conocimiento, aunque éste estuvo a su vez influido por el factor de razonamiento del BIS, que recibió a su vez influencia de los componentes espacial y verbal de la memoria de trabajo.

Los resultados de este estudio son similares a los obtenidos en otros trabajos que también hallan evidencia de la importancia conjunta del conocimiento y la memoria de trabajo en la explicación del aprendizaje complejo en dominios diversos, como la adquisición del conocimiento histórico al final de la educación secundaria (García-Madruga y Fernández, 1999) o en situaciones de vuelo simulado (Sohn, 2000).

VanMerienborer y colaboradores, (2003) afirman que el aprendizaje complejo requiere la integración de conocimientos, habilidades y actitudes, así como la coordinación de diferentes habilidades y la transferencia de lo aprendido a la vida real. Las tareas auténticas aparecen como el camino para conseguir el desarrollo de este aprendizaje. Los autores presentan una línea de trabajo en la que el andamiaje para la presentación de la información tiene un papel fundamental, describiendo así un modelo de diseño de aprendizaje complejo de acuerdo a la teoría de la carga cognitiva.

Los resultados que conceden un importante rol al conocimiento en la actuación inteligente también están en consonancia con la teoría de Ackerman, que conceptualiza la inteligencia como conocimiento, con los factores que forman parte de la inteligencia adulta, y con las relaciones de la inteligencia con los logros académicos y profesionales.

2.3. Inteligencia adulta y realización superior. El papel de la educación.

Ackerman (1996, 1998) intenta integrar las perspectivas tradicionales de la inteligencia con los nuevos conocimientos sobre la psicología de la expertez y las relaciones entre los rendimientos académicos y profesionales a partir de la adolescencia, proponiendo una teoría de la inteligencia adulta, de la que forman parte cuatro componentes principales: la inteligencia como proceso, la personalidad, los intereses, y la inteligencia como conocimiento. Es, lo que se ha denominado, teoría PPIK (Process-Personality-Interests-Knowledge).

La teoría de Ackerman parte de la distinción, realizada inicialmente por autores como Hebb y Cattell, entre inteligencia fluida e inteligencia cristalizada. La inteligencia fluida tiene una fuerte base biológica, mientras que la inteligencia cristalizada es el resultado de las influencias de la educación y la experiencia. Esta distinción ha sido objeto de prueba durante las tres últimas décadas, alcanzándose un consenso bastante amplio sobre la existencia de ambos factores (Horn y Cattell, 1966; Horn y Masunaga, 2000).

La teoría de Ackerman (1996, 1998) considera que la inteligencia adulta es el resultado de los cuatro componentes anteriores, poniendo especial énfasis en el componente del conocimiento, que considera más amplio y más profundo que la inteligencia cristalizada tradicional. La teoría PPIK especifica que la inteligencia cristalizada –el componente del conocimiento- se forma principalmente a partir de la inteligencia fluida,

sobre todo en los primeros años de desarrollo, pero a partir de la adolescencia y la edad adulta adquieren mayor importancia los factores relativos al conocimiento. Además, los factores de personalidad y de interés son los que mantienen el esfuerzo durante un largo periodo de tiempo para la adquisición del conocimiento. La teoría diferencia dos rasgos de personalidad, uno general asociado con la inteligencia como proceso y con la inteligencia como conocimiento (extroversión, reacción ante el estrés y ansiedad de prueba). El otro conjunto de rasgos de personalidad (apertura a la experiencia y motivación hacia el logro) se considera que tiene una relación positiva con la inteligencia como conocimiento, únicamente. Se considera, además, que existen tres rasgos de interés que están relacionados con la inteligencia como conocimiento: interés realista, asociado con el conocimiento en las áreas de las ciencias físicas y las matemáticas, interés artístico asociado con las artes y la literatura, e interés investigador asociado con el conocimiento en las ciencias físicas y sociales.

La teoría está siendo contrastada por Ackerman y sus colegas (Ackerman, 1999, 2000; Ackerman y Rolfhus, 1999; Rolfhus, 1999) con resultados favorables a la misma. Rolfthus (1999) realiza una investigación sobre las diferencias individuales en conocimiento, medidas objetivamente a través de 20 dominios académicos con una batería de pruebas de conocimiento. Además, se tomaron medidas de las capacidades verbal, numérica y espacial, medidas de personalidad e intereses, a una muestra de 141 estudiantes universitarios. Los resultados mostraron que los dominios de conocimiento formaron un único factor general de conocimiento. Mientras que las medidas de capacidad verbal, que se mostraron independientes de un factor general de capacidad, correlacionaron significativamente con muchos dominios de conocimiento. Las medidas de capacidad espacial y numérica, sin embargo, no correlacionaron con ninguno de los dominios de conocimiento, una vez que se parcializó el efecto de la inteligencia

general. Por otra parte, los factores de personalidad de motivación de logro y apertura a la experiencia correlacionaron positivamente con el conocimiento perteneciente al dominio de las humanidades, mientras que la extroversión, correlacionó negativamente con la mayor parte de los dominios de conocimiento. El autor concluye que estos resultados conceden amplio soporte a la teoría de la inteligencia cristalizada de Cattell y a la teoría de Ackerman (1996).

En la revisión realizada por Zeidner y Mattews (2000) se sugiere una compleja y recíproca relación entre inteligencia y una variedad de factores de personalidad. Por un lado, las disposiciones personales y los factores motivacionales pueden influir en el funcionamiento intelectual. Esto es importante para distinguir los efectos que la personalidad puede tener en el rendimiento a corto término, y en la competencia a largo término. Hay sólida evidencia empírica de varios estados emocionales negativos que tienden a dañar el rendimiento intelectual en un grado moderado, especialmente cuando la tarea demanda atención o memoria de trabajo. Al contrario, las estrategias asociadas a factores motivacionales con autoeficacia y necesidad de logro pueden servir para mantener o mejorar el rendimiento. Algunos de estos efectos pueden ser dependientes del contexto en el que son contingentes con estrés o arousal, siendo menos claro si los factores de personalidad afectan a la competencia básica además de la realización en ocasiones específicas. Ciertos rasgos de personalidad, como un pobre autoconcepto, pueden actuar durante largos periodos de tiempo disminuyendo el funcionamiento intelectual mediante la reducción de la motivación para adquirir y desarrollar habilidades intelectuales específicas.

Por otra parte, Zeidner y Mattews (2000) señalan que la inteligencia puede influir en la personalidad y los estados afectivos fomentando cogniciones positivas de la competencia personal. También señalan que quizá sea la relación dinámica entre las predisposiciones biológicas y las

oportunidades proporcionadas por el ambiente las que determinen la personalidad y la inteligencia y las relaciones entre ellas. Específicamente, la personalidad puede relacionarse con la inteligencia práctica en un contexto, basado en las habilidades adquiridas para manejar el contexto determinado. Para terminar, señalan que la evaluación de la personalidad nos va a decir algo sobre las situaciones en las que el individuo será más o menos "inteligente".

Oakes, Ferris, Martocchio, Buckley y Broach (2001), estudian el impacto relativo de la habilidad cognitiva y las características de personalidad en la adquisición de habilidades, y si el entrenamiento en la adquisición de habilidades predice el posterior rendimiento profesional. Para ello emplearon una muestra de 9.793 aprendices de controlador aéreo, y encontraron que algunos factores de personalidad correlacionaron positivamente con la adquisición de habilidades, y que esa adquisición de habilidades puede predecir el nivel de rendimiento profesional. Los resultados conceden apoyo a la habilidad cognitiva y los rasgos de personalidad en la predicción de la adquisición de habilidades en el programa de entrenamiento, y la relación de la adquisición de habilidades con el rendimiento como controlador aéreo. En el trabajo citado se concluye afirmando que no se debe emplear los resultados del estudio de la personalidad como único determinante en las decisiones de selección de personal, ya que la validez sería escasa, pero que usados en conjunto con medidas de habilidad cognitiva, pueden ayudar a los procesos de selección. Por último, también destacan otros aspectos que pueden afectar a la adquisición de habilidades, como son los métodos instruccionales, el estilo de aprendizaje, el diseño curricular, las interacciones instructor-aprendiz y el ritmo instruccional.

Ackerman (1999) describe un estudio llevado a cabo con estudiantes no graduados y personas adultas de 30 a 60 años de edad, quienes completaron dos baterías de tests, una de capacidad y otra de

conocimiento. Los resultados mostraron que las personas adultas realizaron mejor que los adolescentes los tests de capacidad verbal, y peor que aquellos las pruebas de capacidad numérica. Además, las personas adultas tuvieron un rendimiento medio mayor en todas las categorías en las que se agruparon los conocimientos de los diversos dominios. Si bien, las mayores diferencias se encontraron en el dominio de las artes y la literatura, y las más pequeñas en las ciencias físicas y naturales.

Ackerman y Rolfhus (1999) ampliaron sus medidas del conocimiento, que en los estudios anteriores habían consistido en autoevaluaciones, a pruebas objetivas referidas a los distintos dominios. Aplicaron 20 pruebas académicas a 135 adolescentes y adultos, junto con otras pruebas de aptitudes, personalidad e intereses. Los resultados mostraron que los adultos de mediana edad conocían más sobre casi todos los dominios de conocimiento, en comparación con los jóvenes. Además, el conocimiento fue predicho parcialmente por la inteligencia general, por las capacidades cristalizadas, la personalidad, los intereses y el autoconcepto. De nuevo, las capacidades verbales/cristalizadas estuvieron más asociadas con el conocimiento, que la constelación de capacidades representativas de la inteligencia como proceso. Los resultados de un análisis de regresión jerárquica ofrecieron evidencia, además, de que las capacidades fueron predictores significativos del conocimiento, más allá de la influencia de la educación; incluso después de parcializar el nivel de educación y la inteligencia fluida, la inteligencia verbal-cristalizada hizo una contribución significativa a la predicción del conocimiento en la mayoría de los dominios de conocimiento. Por último, las variables de personalidad e interés, en particular, incrementaron la predicción de las puntuaciones obtenidas en las pruebas de conocimientos. Los autores, desde la perspectiva de su teoría de la inteligencia como conocimiento concluyen que “la inteligencia incluye dos factores, la capacidad para conocer y el conocimiento que se posee” (Ackerman y Rolfhus, 1999, p.329).

Una de las predicciones de la teoría de Ackerman está directamente relacionada con los cambios que se producen con la edad en uno y otro tipo de inteligencia, la inteligencia como proceso y la inteligencia como conocimiento. Ackerman (2000) analizó si los adultos de edad media son, por término medio, menos inteligentes que los jóvenes. Para ello aplicó un conjunto amplio de pruebas psicométricas y de conocimientos a una muestra de 228 adultos con edades comprendidas entre los 21 y los 62 años. Estas pruebas iban destinadas a medir distintos aspectos de la inteligencia como proceso- capacidades-, la inteligencia como conocimiento, la personalidad y los intereses.

Los resultados sustentaron, en primer lugar, la consideración de la inteligencia adulta como conocimiento, lo que es completamente diferente de la visión de la inteligencia como capacidad de razonamiento abstracto o *g*. Además, la inteligencia fluida mostró un poder explicativo considerable en la predicción del conocimiento en el dominio científico, mientras que disminuyó su poder predictivo en el dominio de las humanidades. A la influencia de la inteligencia fluida y la cristalizada se sumó, aunque con un menor poder predictivo, la influencia de algunos rasgos de personalidad y algunos intereses específicos.

Los autores concluyen que, puesto que el conocimiento es un determinante importante del éxito en la vida adulta (Hunter, 1986), se puede predecir que los adultos de mediana edad pueden tener realizaciones iguales o superiores que los jóvenes sobre tareas intelectuales que están situadas en el mundo real. Y que esto no es consecuencia de un efecto compensatorio del conocimiento sobre la inteligencia fluida. Más bien, se trata de que muchas tareas intelectuales en el mundo real no pueden acometerse sin un vasto repertorio de conocimiento declarativo y procedimental. “Desde esta perspectiva, el conocimiento no compensa la disminución de la inteligencia adulta: es inteligencia!” (Ackerman, 2000, p. 83).

El tema de los *cambios en inteligencia con la edad* y de cómo afecta la edad a los diferentes aspectos de la habilidad intelectual, está recibiendo un interés creciente en la actualidad, tanto desde la perspectiva teórica como la de la práctica profesional. La investigación gerontológica muestra que hay pérdidas en las capacidades fluidas, el razonamiento general y la rapidez de los procesos mentales conforme avanza la edad. Si bien dentro de ciertos dominios de expertez, la evidencia reciente indica que los adultos mayores continúan funcionando de forma competente.

Lie (1999) realizó un estudio empírico en China durante tres meses, en el que se examinaron dos habilidades específicas (una tarea motora y una tarea cognitiva) en el campo de la cocina china. En este estudio participaron 100 hombres, seleccionados en función de sus respuestas a un cuestionario y a sus autoinformes. Entre ellos había cocineros jóvenes (25 a 45 años) y mayores (más de 55 años), así como noveles (con 6 meses de experiencia) y expertos (con 15 años o más de experiencia). Todos los candidatos tenían que cocinar una patata y una zanahoria y resolver un problema. Todas las respuestas de los participantes se registraron en cintas de vídeo y audio y se analizaron posteriormente. Un panel de 3 jueces expertos y 2 evaluadores independientes juzgaron la realización y los protocolos verbales. Los resultados apoyaron todas las hipótesis. Los cocineros expertos puntuaron significativamente más alto que los noveles en todas las medidas motóricas y cognitivas. El efecto de la edad no fue significativo sobre la realización de los expertos. Los cocineros noveles de mayor edad fueron los que puntuaron más bajo en todas las tareas. El estudio concluyó que los expertos en cualquier dominio específico podrían soslayar algunas deficiencias relacionadas con la edad, aunque los individuos mayores deberán encontrar más difícil el aprendizaje de una nueva habilidad que los más jóvenes.

Los resultados del estudio de Vincenzi (1999) acerca del efecto de la edad sobre el pilotaje simulado de aviones son similares. En este estudio

participaron 120 personas, 60 pilotos y 60 que no lo eran, divididos a su vez en dos grupos según su edad, quienes realizaron una tarea simulada de vuelo durante 30 minutos. Los resultados mostraron que la experiencia jugó un papel importante para mitigar los efectos perjudiciales de la edad y medió la colocación de los recursos cognitivos en el logro de una realización eficaz.

Mccormick (2000) obtiene resultados similares en el ámbito del juego del bridge. En este trabajo se examinaron los efectos de la edad y la expertez sobre la memoria de trabajo en tres grupos de edad de la población adulta situada entre 20 y 84 años. La mitad de los participantes eran jugadores habituales de bridge y la otra mitad no habían jugado nunca este juego. Se encontró una disminución marcada en la memoria de trabajo con la edad en los tres grupos. Además, los jugadores de bridge tuvieron una realización mejor que los no jugadores en todas las tareas de memoria, tanto dentro como fuera del dominio del bridge, lo que en principio no era un resultado esperado. El examen de los informes verbales de los participantes mostró que éstos utilizaron estrategias sofisticadas para mejorar su memoria de trabajo, estableciendo así un puente entre la memoria a corto y largo plazo.

El trabajo teórico de Horn y Masunaga (2000) trata de integrar los resultados de las investigaciones sobre inteligencia, edad y expertez. Los autores parten del supuesto de que la mayor verdad en la investigación que intenta entender la naturaleza de la inteligencia debe estar dirigida a la comprensión de las competencias que emergen en la edad adulta. El principal argumento de estos autores es que la quintaesencia de la inteligencia humana se encuentra en las expresiones de la expertez. Los autores revisan gran cantidad de trabajos empíricos que apoya la distinción entre la inteligencia fluida y la inteligencia cristalizada y cómo esta última está ligada a la inteligencia adulta. La inteligencia fluida correlaciona de forma negativa con la edad en la adultez, mientras que la

inteligencia cristalizada correlaciona positivamente con la edad en la etapa adulta. No obstante, para estos autores, lo mismo que para Ackerman (1999) la inteligencia cristalizada es algo menos que la inteligencia considerada como conocimiento; la primera se refiere al conocimiento amplio en un dominio o dominios diversos, mientras que el conocimiento, especialmente el conocimiento experto, es un conocimiento profundo es un solo dominio. La definición de la inteligencia en términos de competencia experta ha de realizarse, principalmente, sobre la consideración de la inteligencia como conocimiento.

Los trabajos revisados por Horn y Masunaga (2000) muestran, además, que los mecanismos y procesos esenciales de la inteligencia los constituyen la memoria de trabajo, la profundidad de procesamiento, la consolidación, y el agrupamiento, algunos de ellos ligados también a la memoria de trabajo a largo plazo. Una vez revisada la investigación sobre la expertez, se concluye que es necesaria una descripción precisa de las características de la competencia experta para entender las características de la inteligencia que emergen en la vida adulta. Así como otras formas de inteligencia, como la sabiduría, ligadas fuertemente al conocimiento y la experiencia. De esta manera se resuelve la paradoja relativa a la afirmación de que, con la edad, hay un déficit cognitivo en los mecanismos de la memoria a corto plazo y el razonamiento, mientras que son las personas mayores las que en el mundo del trabajo, son los líderes en la política, la empresa y la universidad.

Un ejemplo práctico del mantenimiento de la competencia experta en la vida adulta lo constituye el extenso estudio, del que informa Colonia-Willner (1998, 1999), sobre la inteligencia general y la inteligencia práctica de directores de banco con edad avanzada. En dos trabajos, financiados por la Asociación de Bancos de Brasil, el Instituto Nacional de Salud americano, y la Asociación Americana de Psicología, participaron 200 directores de banco de alto nivel (43 expertos y 157 no-expertos) a los que

se aplicaron dos pruebas de inteligencia psicométrica, el test de Raven y el subtest de razonamiento verbal del Test de Aptitudes Diferenciales (DAT), junto con el Tacit Knowledge Inventory for Managers (TKRIM), elaborado originalmente por Wagner y Sternberg (1991), como medida de la inteligencia práctica.

En el estudio inicial realizado por Colonia-Willner (1998) el primer objetivo fue el de establecer si la inteligencia práctica se mantiene en los banqueros de mayor edad, mientras aparecen diferencias en los tests psicométricos de inteligencia con la edad. Los resultados mostraron que el aumento de edad estuvo asociado con un menor rendimiento en los tests de inteligencia, pero mucho menor con la inteligencia práctica. Aunque los mejores directores de mayor edad puntuaron más bajo en las medidas psicométricas, manifestaron, por término medio, niveles más altos de conocimiento tácito.

En el segundo estudio (Colonia-Willner, 1999), los resultados pusieron de manifiesto que la inteligencia práctica, según fue medida por las diferentes escalas del inventario de conocimiento tácito, contribuyó a predecir el éxito en la dirección en mayor medida que las medidas psicométricas de la inteligencia. De manera que la cantidad de experiencia, reflejada en el número de años que se trabajó en el banco, fue el predictor más importante de la calidad de la dirección, seguida por la medida del conocimiento tácito. Mientras que las medidas psicométricas no hicieron una predicción significativa de las habilidades de dirección. El conocimiento tácito en asuntos relacionados con el trato con los compañeros, subordinados y superiores hizo una contribución importante e independiente a la predicción del éxito en la dirección. No obstante, la edad *per se* no predijo la inteligencia práctica.

Estos resultados sugieren dos conclusiones, por una parte, que el conocimiento específico en un dominio puede contribuir a compensar las

pérdidas de funcionamiento cognitivo asociadas a la edad. Por otra, que las medidas clásicas de la inteligencia no sirven para predecir el desempeño profesional en la vida real.

Wagner (2000) recoge una serie de diferencias entre los problemas que se encuentran en clase, así como en los tests de CI, que son bien definidos, están formulados por otros, se plantean con la información requerida para su solución, tienen una respuesta correcta y no están relacionados con la experiencia diaria; y los problemas más prácticos de la vida diaria, que son poco definidos, formulados por el propio individuo que ha de resolver el problema, con falta de información esencial para su resolución, caracterizados por tener múltiples soluciones y múltiples métodos para obtener cada solución y relacionados con la experiencia diaria. Señalando que los individuos mayores (que tienen una gran cantidad de conocimiento específico en un dominio que pueden aplicar a los problemas prácticos) parecen solucionar mejor los problemas prácticos que los estudiantes. Poniendo de manifiesto el poco poder de predicción del CI en el rendimiento en el mundo real.

Más allá del CI, parecen existir otros tipos de inteligencia, como la inteligencia práctica y la inteligencia emocional que ayudan a explicar los resultados obtenidos en el desempeño profesional (Sternberg, Forsythe, Hedlund, Horvath, Wagner, Williams, Snook y Grigorenko, 2000). Así por ejemplo, Wagner, Sujan, Sujan, Rashotte y Sternberg (1999) muestran evidencia empírica sobre la importancia del conocimiento tácito para la venta. Lobsenz (1999) se plantea la cuestión de si las medidas del conocimiento tácito evalúan fenómenos psicológicos distintos de la inteligencia general, la personalidad y el conocimiento social; además de si el conocimiento tácito incrementa la validez predictiva de las otras variables a la hora de predecir el desempeño profesional de 100 directivos de una compañía de telecomunicaciones. Los análisis de correlación y regresión indicaron que las puntuaciones en la prueba de conocimiento

tácito estuvieron correlacionadas de forma positiva con las otras medidas y que el conocimiento tácito no hizo una contribución única a la predicción del desempeño profesional. Pero los resultados también indicaron que una cantidad considerable de la varianza en el conocimiento tácito no fue explicada por las otras medidas. Los resultados del trabajo de Offner (2000), sin embargo, sí muestran evidencia empírica del incremento en la validez específica del conocimiento tácito, sobre otras pruebas de inteligencia, para predecir el desempeño profesional como mediador de grupo. Además de que los participantes con más experiencia puntuaron más alto en conocimiento tácito que los participantes con menor experiencia. Sternberg y colaboradores (2000b) revelan la importancia del conocimiento tácito, aprendido de nuestra propia experiencia a través de la acción, visto como un elemento indispensable de la expertez, encontrando que ese conocimiento tácito puede ser cuantificado y medido. Por otra parte, Graves (1999) encuentra evidencia empírica de que la inteligencia emocional es un constructo relacionado aunque diferente de la inteligencia medida por dos tests psicométricos, el test de Raven y el test de selección de personal de Wonderlic, en una muestra de 150 individuos adultos. Además, la inteligencia emocional contribuyó a la predicción de la calidad de la ejecución de cuatro actividades que simulaban situaciones de trabajo real, independientemente de los tests de inteligencia.

Sobre la *eficacia de los test tradicionales de inteligencia para predecir el éxito académico y profesional* adulto, han aparecido recientemente varios estudios que cuestionan la utilidad de las medidas de inteligencia general para la predicción de los logros académicos y profesionales.

Scullin, Peters, Williams y Ceci (2000) examinan las complejas relaciones entre la inteligencia, el nivel educativo alcanzado y los resultados posteriores en el mercado de trabajo, en un interesante estudio, tanto

desde el punto de vista teórico como metodológico. Los autores discuten inicialmente las diferencias entre los acercamientos psicométricos y los bioecológicos –como el propuesto por Ceci (1996)-, al estudio de la inteligencia. El modelo psicométrico asume, por un lados, que el uso de test de inteligencia mejora el proceso de selección de empleados a cualquier puesto de trabajo y, por otro, que los tests psicométricos comparten un factor común "g", semejante al CI, que es además altamente heredable (Herrnstein y Murray, 1994; Jensen, 1997, 1998). El modelo bioecológico, considera que la inteligencia no está simplemente determinada por la herencia, sino que es el resultado de la interacción entre el potencial cognitivo, el contexto en el que se desarrolla, y adquiere un lugar importante el conocimiento, y la motivación (Bronnfenbrenner y Ceci, 1994; Ceci, 1996).

Los autores describen un estudio en el que se examina la relación entre las puntuaciones alcanzadas en el test de cualificación de las fuerzas armadas, AFQT (Armed Forces Qualification Test), realizado en la adolescencia, el nivel educativo, y el estatus ocupacional logrado 15 años después. Desde la perspectiva que considera la inteligencia como heredada, el nivel educativo, una vez que está bastante correlacionado con las puntuaciones del CI, está ampliamente determinado por los mismos genes que determinan el CI.

Petrill (2003) revisa la literatura sobre el comportamiento genético en el desarrollo de la inteligencia en niños, adolescentes y adultos, y describe las implicaciones de esos hallazgos para la neurociencia y la búsqueda de marcadores genéticos y factores ambientales que influyen en la inteligencia. La investigación en el comportamiento genético sugiere que las influencias genéticas relacionadas con la inteligencia se hacen mayores a lo largo del desarrollo.

En el célebre estudio de Herrstein y Murray (1994), *The Bell Curve*, los

autores se preguntan la cuestión de "Qué es mejor, nacer rico o inteligente", y contestan que la respuesta es inteligente. En su estudio sobre los determinantes de los logros educativos y profesionales, utilizando los datos de la encuesta nacional americana sobre profesiones del año 1979, -el NLSY79-, el AFQT fue un mayor predictor de los logros sociales, que lo fue el estatus socioeconómico familiar. Herrstein y Murray no emplearon como variable predictiva de los logros sociales posteriores, el nivel educativo una vez que lo consideraron una variable alternativa al nivel socioeconómico familiar y el CI. Sin embargo para los autores del presente estudio (Scullin, Peters, Williams y Ceci, 2000), los resultados de otros estudios indican la necesidad de considerar el nivel educativo como una variable predictora más de los logros sociales (Ceci, 1996; Henderson y Ceci, 1992).

Scullin, Peters, Williams y Ceci (2000) reanalizan parte de los datos en los que estuvo basado el conocido estudio de Herrnstein y Murry (1994), empleando una submuestra de 2368 jóvenes nacidos en 1963 y 1964, que habían realizado el AFQT y de los que se obtuvo un índice ocupacional de tipo socioeconómico en 1995. Como variables predictoras se emplearon el nivel socioeconómico familiar, el test de cualificación de las fuerzas armadas AFQT, y como indicativo de la educación alcanzada se consideró el número de años de escolarización completados. Los resultados de los análisis correlacionales, llevados a cabo inicialmente, mostraron que las correlaciones del nivel socioeconómico familiar, la puntuación compuesta en el AFQT, y los años de escolarización, con todos los indicadores de los logros sociales obtenidos en 1995, fueron significativas. El segundo tipo de análisis se realizó mediante una serie de ecuaciones de regresión múltiple, de tipo jerárquico, en el que se introdujeron de forma sucesiva, la edad, el nivel socioeconómico de los padres obtenido cuando los participantes tenían unos 10 años, las puntuaciones del AFQT tomadas en 1980, cuando los participantes

tenían entre 15 y 17 años, y el nivel educativo, indicado por los años de escolarización, obtenido en 1995. Cuando se introdujo la edad en una primera ecuación de regresión, esta no fue un predictor significativo del nivel socioeconómico alcanzado en 1995. Cuando en la segunda ecuación se introdujo la edad junto con el nivel socioeconómico familiar, este último se convirtió en un predictor significativo del logro. Sin embargo, el nivel socioeconómico familiar dejó de tener una influencia sobre el logro socioeconómico posterior, cuanto se introdujeron, en una tercera ecuación, las variables anteriores y la puntuación en el AFQT, especialmente en la muestra masculina. Cuando finalmente se incluyó el nivel educativo, en un cuarto paso, éste se convirtió en la variable predictiva más importante; esto es, que hizo una contribución mayor a la predicción del logro socioeconómico. Mientras que el poder explicativo de la inteligencia, la puntuación conjunta en el AFQT, disminuyó sensiblemente, no siendo significativa en el caso de los varones negros.

Los resultados mostraron evidencia clara de que el nivel educativo es el principal predictor del nivel socioeconómico alcanzado en el mercado de trabajo, una vez que se mantienen constantes los efectos de otras variables como la edad, el nivel socioeconómico familiar y las puntuaciones alcanzadas en inteligencia. El procedimiento metodológico seguido (Cohen y Cohen, 1983; Darlington, 1990; Castejón y Navas, 1992) permite concluir que el nivel educativo hace una contribución específica a la explicación de los logros profesionales, que no está mediada por variables tales como el nivel socioeconómico de los padres o CI alcanzado en las pruebas tradicionales de inteligencia general.

En suma, cuando se tomó en consideración el efecto de la educación, el poder predictivo de la inteligencia pasó a un segundo plano, llegando a desaparecer incluso en el caso de los hombres de color. De manera contraria a las conclusiones de Herrnstein y Murray (1994) de que el CI es la característica más importante que se puede conocer de una persona,

los resultados de Scullin, Peters, Williams y Ceci (2000) sugieren que los años de escolarización, y presumiblemente el nivel de los conocimientos obtenidos, son los predictores más importantes del nivel social alcanzado. Estos resultados también son consistentes con el uso del nivel educativo como criterio de selección para los puestos de trabajo de mayor nivel.

Es por ello que Ceci (2000) se pregunta hasta dónde y hasta cuándo se van a seguir empleando las medidas de inteligencia general para la admisión en la universidad y en el empleo. Se necesita profundizar y ampliar el concepto de inteligencia si queremos utilizar ésta como criterio de selección.

Por otra parte, también puede ocurrir que el nivel de inteligencia refleje en buena medida el efecto del nivel de escolarización alcanzado. Ceci (1996, 1999) ofrece evidencia contraria a que los tests de CI midan la inteligencia y no estén contaminados por las diferencias sociales y educativas de los individuos. Para Ceci (1999) si dos niños tienen un CI idéntico a la edad de 14 años y el mismo rendimiento escolar, pero uno de ellos sale de la escuela a los 15 años mientras el otro continúa hasta los 18 años de edad, ellos no tendrán más los mismos CI. De hecho, deben diferir aproximadamente 1.8 puntos de CI por cada año completado de escolarización por un niño. Este hecho ofrece evidencia de los efectos de la escolarización sobre el CI. De forma más concreta, la escolarización parece prevenir caídas en el CI más que causar incrementos en el mismo.

A partir de estos resultados, acerca de la influencia de la escolarización sobre la inteligencia, y otros resultados sobre la eficacia diferencial de las escuelas para aumentar el rendimiento académico (Castejón, 1994, 1996; Castejón, Navas y Sampacual, 1993; Scheerens y Creemers, 1989), autores como Scarmadalia y Bereiter (1999) abogan por la transformación de las escuelas en organizaciones de aprendizaje, donde se ofrezcan a los niños, destinados a vivir en la sociedad del conocimiento, las experiencias

necesarias para tratar con el mismo.

Dentro de esta línea, Groter y Perkins (2000), plantean la posibilidad de facilitar el desarrollo de pautas expertas de procesamiento y comprensión, ayudando a los noveles a comportarse de modo más experto en dominios particulares. Los autores recogen una serie de características de la inteligencia: 1) la inteligencia en una colección de componentes de habilidades; 2) las habilidades intelectuales son específicas de un dominio; 3) las habilidades intelectuales pueden ser aprendidas. Los autores plantean que la relación entre inteligencia y educación es recíproca. En la escuela, la habilidad intelectual no puede ser vista como una habilidad única, general, innata y estática, sino como múltiples habilidades, específicas, aprensibles y dinámicas. El estudio cognitivo de la inteligencia implica cambios fundamentales en la práctica educativa. La visión de la habilidad intelectual como una colección de habilidades cognitivas específicas de un dominio sugiere que el criterio para la enseñanza de habilidades intelectuales debería centrarse en qué enseñar, cómo, dónde y cuándo.

A este respecto, Mayer (1992, 1997) plantea una serie de criterios para la enseñanza de habilidades intelectuales. En cuanto al qué enseñar, propone la enseñanza de un pequeño grupo de habilidades cognitivas que aparecen como prerrequisitos para el aprendizaje académico. En cuanto al cómo enseñar, las actuales visiones de la inteligencia sugieren que la instrucción debe centrarse en los procesos cognitivos subyacentes, esto es, en desarrollar métodos apropiados de aprendizaje, planteando en este segundo criterio el enfatizar los procesos implicados en el aprendizaje. En lo referente al dónde enseñar, el criterio es que la enseñanza de habilidades de aprendizaje debe realizarse en dominios específicos de contenido. Y por último, respecto al cuándo enseñar, recientes visiones de la inteligencia promueven la idea de que el conocimiento de cómo aprender (esto es, la habilidad intelectual en un dominio) puede ser un

prerrequisito para el aprendizaje de habilidades básicas, por lo que el cuarto criterio haría referencia a enseñar a los estudiantes cómo aprender antes que intenten dominar las habilidades básicas.

En particular, Groter y Perkins (2000), plantean que los cambios en la visión de la inteligencia sugieren que el currículo escolar debe expandirse e incluir la enseñanza del procesamiento cognitivo fundamental para los alumnos que carecen de ellos. También plantean que las demandas de la educación han influido en el desarrollo de visiones más auténticas de inteligencia, y las visiones modernas de inteligencia han estimulado el desarrollo de métodos más centrados para enseñar a los estudiantes a ser mejore aprendices.

Finalmente, Sternberg, Grigorenko y Bundy (2001) revisan el valor predictivo de CI desde el doble marco metodológico y conceptual, concluyendo que existe una relación moderada entre el CI y los resultados escolares, por un lado, y el CI y los rendimientos profesionales, por otro, aunque esta última relación suele estar mediada por otras variables, tales como el nivel educativo alcanzado.

Capítulo 3. Conocimiento y desarrollo de la competencia

En este capítulo se abordan los estudios que tratan de forma más específica la importancia del conocimiento como facilitador de los procesos de comprensión, memoria, razonamiento y aprendizaje; los procedimientos y formas de elicitación y representación del conocimiento; las hipótesis explicativas sobre el almacenamiento y uso del conocimiento en la memoria; los posibles inconvenientes de poseer una mayor cantidad de conocimiento o expertez en un dominio bajo ciertas circunstancias; y, para terminar, y al hilo de las conclusiones finales de este capítulo, una reflexión sobre la importancia relativa del conocimiento específico de un dominio en relación con otras habilidades generales como la inteligencia.

3.1. El papel del conocimiento.

Desde los primeros trabajos sobre la competencia experta se han realizado muchos estudios diseñados específicamente para destacar la importancia del conocimiento en la comprensión, la memoria y la adquisición de nuevo conocimiento.

Desde finales de los años setenta, comienza a desarrollarse un conjunto de investigaciones destinado a examinar los efectos del conocimiento específico en un dominio sobre el recuerdo y la comprensión en varias tareas de memoria. Parece indudable, que la evidencia más relevante sobre el efecto del conocimiento proviene de los estudios que comparan la realización de expertos y noveles en un dominio específico. Así, en uno de los escasos estudios evolutivos acerca de los *efectos del conocimiento sobre el desarrollo*, que emplean el paradigma experto-novel, Chi (1978) fue capaz de demostrar incluso que los niños expertos en ajedrez tuvieron mejor ejecución que los adultos noveles en una tarea de memorización de las posiciones de las piezas de este juego. Las diferencias en conocimiento específico en un dominio lograron contrarrestar las demás diferencias en memoria existentes entre los niños y los adultos. La superioridad de los niños expertos se atribuyó al impacto de su rico conocimiento específico de un dominio, que les capacitó para reconocer gran cantidad de configuraciones relevantes en el dominio de forma automática.

Las explicaciones del desarrollo de la memoria se centraban en la adquisición de estrategias generales y el metaconocimiento. Los estudios iniciales sobre este tipo de estrategias (Flavell, 1970; Kail y Hagen, 1977) consideran que el desarrollo de éstas es una fuente básica del desarrollo cognitivo, y las consideran como reglas o procedimientos que son inespecíficas o independientes del contenido al que se aplican, como por ejemplo, la estrategia de repaso. Sin embargo, los resultados como los de Chi (1978), y otros trabajos provenientes del estudio de las diferencias entre expertos y noveles, ponen énfasis en el conocimiento base como un todo, incluyendo el conocimiento general y el conocimiento específico. Chi (1985) trata de establecer un esquema integrador entre conocimiento, estrategias y metamemoria, en el que el conocimiento adquiere el papel relevante y se considera la fuente principal del desarrollo cognitivo. En este esquema, las estrategias no se desarrollan de forma independiente del conocimiento sino en estrecha dependencia del mismo.

Para Chi (1985) las reglas específicas de las que se componen las estrategias generales, se desarrollan en estrecha dependencia del conocimiento específico de un dominio. El hecho de que los niños expertos (niños que han adquirido una gran cantidad de información en un dominio) destaquen en cuanto a su memoria únicamente en ese dominio de conocimiento sugiere que han adquirido reglas específicas que les capacitan para tener una memoria superior (un proceso pretendidamente general).

Estudios pioneros sobre la importancia del conocimiento en la *comprensión y el recuerdo de textos*, que tratan sobre el domino específico del béisbol, también son los de Chiesi, Spilich y Voss (1979) y Spilich, Vesonder, Chiesi y Voss (1979). Estos autores dividieron a una muestra de alumnos de Educación Primaria, en dos grupos, aquellos que poseían un conocimiento alto sobre el deporte del béisbol y aquellos

que poseían un conocimiento bajo del mismo. La tarea consistió en que uno y otro grupo leyeran un texto sobre este deporte, y a continuación se les aplicó una prueba con preguntas de memoria y comprensión sobre el texto leído. Los resultados mostraron que tanto el recuerdo como la comprensión de los niños con mayor conocimiento previo fue mayor que el de los niños con bajo conocimiento en ese dominio.

Dado el poderoso efecto del conocimiento específico sobre el desarrollo, la memoria y la comprensión, se plantea una cuestión relacionada y muy significativa desde nuestro punto de vista: *si el conocimiento rico en un dominio específico es independiente de las habilidades generales como la inteligencia y si, incluso, puede llegar a compensar bajos niveles de aptitud intelectual.*

Los resultados obtenidos en los años ochenta sobre este tema sugieren que las diferencias individuales en las habilidades de razonamiento general, evaluadas mediante tests psicométricos tradicionales de inteligencia, no son relevantes a la hora de distinguir la realización de los expertos y los noveles. Una razón de ello puede estar en el hecho de que la mayoría de los estudios que emplean el paradigma experto-novel comparan individuos expertos y noveles cuya aptitud general es alta (estudiantes universitarios, profesores expertos, etc.).

En uno de los estudios iniciales sobre el tema, realizado con individuos de nivel no-universitario, Bransford, Stein, Shelton y Owings (1981) compararon la comprensión de niños de quinto grado de alta y baja aptitud verbal, después de leer una historia de robots. Los resultados mostraron que los niños de alta aptitud verbal realizaron más inferencias que los niños de baja aptitud. En otro estudio, Marr y Gormley (1982) analizaron los efectos de la aptitud de comprensión verbal y el conocimiento previo sobre el recuerdo, en niños de cuarto grado, no encontrando efectos de la habilidad verbal. Sin embargo, el

conocimiento de los niños no fue especialmente rico en contenido en ninguno de los dos estudios.

Es por esto, que Schneider, Körkel y Weinert (1989) planificaron dos estudios con el propósito específico de comprobar el efecto del conocimiento en un dominio particular, el del fútbol, y la aptitud verbal general, sobre el recuerdo y la comprensión de textos acerca del juego del fútbol, con niños de tercero, quinto y séptimo grados. En cada nivel, aproximadamente la mitad de los individuos se clasificaron como expertos en el juego del fútbol y la mitad como noveles, de acuerdo con sus respuestas a un cuestionario que cubría el conocimiento de las reglas del juego y de eventos importantes del fútbol. Los estudios variaron ligeramente respecto a las variables dependientes estudiadas. En el primer estudio se tuvieron en cuenta la memoria para los detalles del texto, la habilidad para sacar inferencias, y la habilidad para detectar contradicciones en el texto; mientras que en el segundo, se emplearon medidas adicionales como el uso de estrategias y de la metamemoria. Además se emplearon tres medidas de la aptitud verbal –vocabulario, completar sentencias y clasificación de palabras- que formaban parte de un test de inteligencia general, con el objeto de evaluar la comprensión y las habilidades de razonamiento verbal. Sobre la base de estos resultados los individuos se subdividieron en dos grupos, los de alta y baja aptitud verbal, dentro de cada uno de los grupos de expertos y noveles formados previamente. En cada nivel, los individuos que puntuaron por debajo de la mediana de la distribución se clasificaron como niños de baja aptitud verbal, y los que puntuaron por encima como niños de alta aptitud. Por consiguiente, se diferenciaron cuatro grupos en cada nivel de edad: alta aptitud/expertos en fútbol, baja aptitud/expertos en fútbol, alta aptitud/noveles en fútbol y baja aptitud/noveles en fútbol.

La tarea de los 576 niños y niñas que participaron en el primer estudio,

consistió en escuchar una historia grabada que se les presentó en dos ocasiones sucesivas y que a su vez tenían la oportunidad de ir leyendo en un texto escrito. Transcurridos 15 minutos se aplicó a los participantes un cuestionario de 10 ítemes que cubría la memoria para los detalles del texto, la detección de contradicciones y la habilidad para sacar inferencias correctas. Los resultados de este primer estudio mostraron que se produjo un efecto significativo de la edad y la expertez –conocimiento- de los individuos. Los niños mayores y los expertos en fútbol obtuvieron mejores puntuaciones en todas las medidas de memoria y comprensión que sus compañeros de menor edad y menores conocimientos en el dominio del juego del fútbol. Mientras que no se observó un efecto principal de la aptitud sobre las variables dependientes consideradas.

En cuanto a la cuestión principal planteada en este estudio, si la subdivisión de expertos y noveles en niños de alta y baja aptitud verbal, afectaría los resultados, éstos mostraron, en primer lugar, que no hubo diferencias significativas en el conocimiento base de los participantes expertos, según tuvieran baja o alta aptitud, independientemente de la edad; y lo que es más importante, para las tres medidas dependientes –recuerdo de detalles, inferencias y detección de contradicciones-, los expertos con baja aptitud puntuaron significativamente más alto que los noveles con alta aptitud. Los niños con una aptitud verbal general menor fueron capaces de procesar información en un dominio con el que tienen familiaridad tan eficazmente o más que los niños con una aptitud verbal alta pero con menores conocimientos en el dominio.

En el segundo estudio planteado por Schneider, Körkel y Weinert (1989), en el que participaron 185 niños, los autores extendieron las medidas de recuerdo y comprensión a la observación y valoración de las estrategias y la metamemoria empleadas durante el procesamiento de textos idénticos a los utilizados en el primer experimento. Los

resultados del segundo experimento fueron similares a los del primero. Los dos grupos de expertos –los de alta y baja aptitud-, no diferían uno de otro, pero fueron significativamente mejores que los dos grupos de noveles, que también mostraron una ejecución equivalente. Además, como en el caso anterior, el efecto principal de la aptitud y el efecto de todas las interacciones entre ésta y las demás variables no fueron significativas.

Los dos experimentos presentados en el trabajo de Schneider, Körkel y Weinert (1989) evalúan el rol respectivo del conocimiento específico en un dominio y la aptitud general a la hora de explicar varios aspectos de la comprensión y el recuerdo. Los resultados de ambos experimentos destacan la importancia del conocimiento sobre las aptitudes. Y lo que es más importante, los expertos con baja aptitud puntuaron significativamente más alto que los noveles con alta aptitud. Es más, los resultados del segundo estudio demostraron que los expertos que tenían una aptitud general más baja, fueron sin embargo comparables en sus procesos estratégicos y en sus habilidades de metamemoria. Los hallazgos de estos dos experimentos sostienen la conclusión referente a que el conocimiento anterior de los niños acerca del contenido de los textos es mucho más importante, como predictor de su comprensión y recuerdo, que sus habilidades intelectuales generales. Estos resultados confirmaron los hallazgos de Marr y Gormley (1982) de que es el conocimiento previo de los individuos, más que su habilidad general de comprensión, lo que explica su ejecución en tareas de comprensión y recuerdo. Parece incluso, que un conjunto rico de conocimientos específicos en un dominio puede compensar una baja altitud general en tareas relacionadas con ese dominio.

Esta conclusión general puede estar matizada por los resultados obtenidos cuando se emplean otro tipo de tareas que varían en dificultad. Como se ha mencionado antes, los resultados de Bransford y

colaboradores (1981) mostraron que la aptitud influyó en el nivel de comprensión de los textos presentados a los niños. Las diferencias entre los resultados obtenidos por Bransford y colaboradores (1981) y los obtenidos por Schneider, Körkel y Weinert (1989), sobre el efecto de la aptitud, pueden deberse a las características diferentes que presentaban unos y otros textos. En el segundo caso, la historia del fútbol estuvo bien estructurada y fue de una fácil lectura, mientras que la historia de robots de Bransford y colaboradores fue más difícil de entender y requirió la habilidad de sacar inferencias más complejas de lo que fue necesario en el estudio de Schneider, Körkel y Weinert (1989). Parece, entonces, que el impacto relativo del conocimiento sobre el recuerdo y la comprensión puede variar en función de la dificultad de la tarea y de la riqueza del conocimiento específico que se posee en un dominio. Cuanto más son difíciles las demandas de la tarea y menos pronunciada la disponibilidad de conocimiento específico a la tarea, más importantes son los procesos estratégicos y las habilidades generales de comprensión. Y al contrario, cuanto mayor conocimiento específico y mayor familiaridad con un dominio, menor es la importancia de las habilidades generales.

Existen otros estudios que apoyan la validez de los resultados obtenidos por Schneider, Körkel y Weinert (1989). Walker (1987) comparó adultos con alta y baja aptitud que fueron bien expertos o noveles en el conocimiento del béisbol. Los individuos de baja aptitud y alto conocimiento recordaron más información de un pasaje de texto sobre béisbol que los individuos de alta aptitud y bajo conocimiento. Además, los dos grupos de expertos que diferían en aptitud recordaron una cantidad similar de información relevante e hicieron un número equivalente de inferencias. Recht y Leslie (1988) investigaron la forma en que el conocimiento en un dominio influye el recuerdo y la comprensión de textos en niños de séptimo y octavo grado con alto y

bajo conocimiento en el dominio, que diferían además en la habilidad de lectura. Los niños tuvieron que leer un pasaje de un texto sobre béisbol y después ejecutar la acción descrita en el texto, contar la historia, resumir el texto y clasificar sentencias escogidas de forma aleatoria del texto sobre la base de la importancia de las ideas para el texto. En todas las medidas dependientes, los niños con mayor conocimiento del béisbol recordaron más información que los niños con menos conocimiento. No hubo efectos principales de la habilidad de lectura, ni interacción entre habilidad de lectura y conocimiento específico en un dominio.

Como Schneider, Körkel y Weinert (1989) señalan, estos resultados tienen implicaciones directas para la enseñanza. Cuando los estudiantes de baja aptitud se enfrentan a tareas que les son familiares, sobre las que poseen conocimiento previo, y en las que manifiestan interés y motivación, muestran unas competencias similares, en términos de uso de estrategias en un dominio, que los estudiantes de habilidades generales más altas. Vista la importancia del conocimiento específico de un dominio, la enseñanza de las estrategias debe hacerse dentro de dominios de contenido concretos y no de forma independiente de éstos. La enseñanza de habilidades y estrategias cognitivas generales, tales como organización, inferencia, y control de la comprensión o metamemoria, debe hacerse en el contexto de dominios específicos de conocimiento. Algo que parece seguir siendo una conclusión consistente en la actualidad, como pone de manifiesto un reciente informe sobre el aprendizaje y la enseñanza editado por el National Research Council (2000) de los Estados Unidos.

El estudio de la influencia del conocimiento previo sobre los procesos y estrategias cognitivas, tales como el recuerdo y la comprensión, se ha extendido a otros ámbitos como es el del *razonamiento informal y el razonamiento inductivo.*

Means y Voss (1996) abordan las relaciones entre los niveles de conocimiento, la capacidad y el curso o nivel en que se encuentran los estudiantes, con las habilidades de razonamiento informal. El razonamiento informal se define en este trabajo como un proceso dependiente de objetivos que conlleva la generación y/o evaluación de la evidencia perteneciente a una declaración o conclusión. Su estudio es muy relevante con relación al aprendizaje que tiene lugar en las clases, especialmente en el dominio de las ciencias sociales y las humanidades, así como en la mayoría de las tareas de la vida diaria.

En un primer estudio planteado por Means y Voss (1996), participaron estudiantes de cuatro cursos –quinto, séptimo, noveno o decimoprimero-, con tres niveles de capacidad, a los que se denominó como superdotados intelectuales, promedio o inferiores al promedio, según sus resultados escolares. A estos estudiantes se les presentaron tres tareas en las que había problemas de la vida diaria para los que tenían que ofrecer soluciones y justificaciones. Los resultados mostraron que el nivel de capacidad tuvo un efecto fuerte sobre todas las medidas de razonamiento. Sin embargo, una explicación de estos resultados podía estar en que los estudiantes con más capacidad tuvieran a su vez un mayor grado de conocimiento sobre los tópicos contenidos en los problemas que constituían la tarea de razonamiento. Así que, se diseñó un segundo estudio para investigar cómo influye el conocimiento de un dominio sobre el razonamiento informal, de forma independiente a la capacidad intelectual. Y si el conocimiento podía explicar los efectos del nivel de capacidad y el grado en que se encontraban los estudiantes.

Este segundo estudio incluyó la medida del conocimiento de un dominio con el curso y el nivel de capacidad. Las medidas de razonamiento informal mostraron una relación sustancial con el nivel de capacidad y la ejecución de las tareas; de forma que el conocimiento

estuvo relacionado de forma significativa con las medidas de ejecución en la tarea, tales como número y tipo de razonamientos generados, pero no con las medidas de aceptabilidad de los argumentos, que fueron explicadas por el nivel de capacidad. El conocimiento estuvo relacionado significativamente con distintas medidas de ejecución, incluso cuando se parcializó el nivel de capacidad a través de un análisis de covarianza. Aunque no lo estuvo con otras medidas como la calidad de los argumentos y la proporción de razonamientos más abstractos. Los resultados se interpretaron en términos de un modelo de razonamiento informal en el que convergen dos componentes, un componente formado por el conocimiento y la experiencia y un componente de habilidad de razonamiento informal basado sobre la adquisición de estructuras del lenguaje, relacionadas a su vez con el nivel de capacidad.

También se ha analizado el efecto del conocimiento experto sobre tareas de razonamiento inductivo que emplean material referido a esos dominios. En el trabajo de Proffitt, Coley, y Medin (2000) se examinó el razonamiento inductivo de tres tipos de expertos en árboles (paisajistas, taxonomistas y personal de mantenimiento de parques), que completaron tres tareas de razonamiento. En un primer experimento, los participantes infirieron cuál de dos nuevas enfermedades deberían afectar más otras clases de árboles y dieron justificaciones para sus decisiones. En el segundo experimento, los autores modificaron las instrucciones y preguntaron qué enfermedad debería afectar más todos los árboles. Y en el tercer experimento se dijo a los participantes que generaran una lista de árboles afectados. El razonamiento de los expertos no se vio afectado por el efecto de tipicidad y diversidad, en vez de ello, el razonamiento de los expertos estuvo influenciado por el conocimiento de las características "locales". Los autores concluyen que el conocimiento en un dominio lleva al empleo de una variedad de

estrategias de razonamiento que no capturan los modelos actuales de inducción basada en categorías.

También se han analizado, en varios trabajos recientes, los *efectos del conocimiento sobre el uso de estrategias cognitivas y metacognitivas*. Así, Schneider, Schlagmuller y Vise (1998) revisan los trabajos sobre los efectos relativos del conocimiento específico de un dominio y de la metacognición sobre el recuerdo y la comprensión, concluyendo que se observa en muchos trabajos una interacción entre metamemoria y conocimiento específico en un dominio que influyen a su vez sobre la comprensión y el recuerdo; los autores presentan además un experimento que muestra la importancia del conocimiento metacognitivo incluso en dominios en los que existe un conocimiento rico en un dominio.

De igual manera, Sternberg (1998) argumenta que la metacognición es una parte importante de las habilidades humanas, que son, a su vez, formas de expertez. Para entender las diferencias individuales en el éxito académico de los estudiantes, la metacognición constituye una parte, aunque sólo una parte, de las habilidades humanas que llevan a ser un estudiante experto.

Embiricos (1999) estudió el rol del conocimiento y de las estrategias sobre el desarrollo de la memoria de niños de 4 y 6 años. Se asignó a los participantes a varios grupos según recibieran entrenamiento o no en el empleo de estrategias de aprendizaje y memoria, y según recibieran una mayor o menor cantidad de conocimiento previo al uso de las estrategias. El estudio demostró que tanto el conocimiento del contenido como las estrategias explican los procesos y resultados de la memoria. Aunque en los niños más jóvenes, el conocimiento del contenido no fue, por sí solo, suficiente para provocar una conducta estratégica.

En un trabajo con similares objetivos, Nietfeld (2000) investigó el rol que tiene el conocimiento previo y el entrenamiento en estrategias sobre las habilidades metacognitivas de control del procesamiento. En un primer experimento planteado por Nietfeld, se compararon tres grupos que diferían en el nivel de conocimiento previo en matemáticas, en los resultados de una prueba de solución de problemas. Los individuos con alto conocimiento previo aventajaron en rendimiento e hicieron juicios más adecuados sobre su conducta metacognitiva que los grupos con menor conocimiento. En un segundo experimento se mostró un efecto similar del entrenamiento en estrategias de aprendizaje. Además, no se encontraron diferencias en habilidades generales entre los grupos con mayor y menor conocimiento previo, ni entre los grupos que se beneficiaron más o menos del entrenamiento en estrategias. Estos resultados sugieren que el conocimiento previo y el entrenamiento en estrategias tienen un impacto positivo no sólo sobre el rendimiento, sino también sobre las habilidades metacognitivas.

La importancia que tiene el conocimiento previo *para la adquisición del nuevo conocimiento* ha sido puesta de manifiesto repetidamente, desde los escritos iniciales de Ausubel (1968), pasando por las teorías más recientes sobre los procesos de pensamiento y adquisición del conocimiento (Glaser, 1984), hasta llegar a los estudios de síntesis actuales sobre los procesos y teorías del aprendizaje (National Research Council, 2000).

Glaser (1984) en su conocido estudio sobre el rol del conocimiento en la educación aborda el estudio de las relaciones entre pensamiento y aprendizaje, a la luz de los trabajos sobre razonamiento y solución de problemas en dominios ricos en contenido, cuyos resultados muestran fuertes interacciones entre estructuras de conocimiento existentes y procesos cognitivos. Los resultados de estas investigaciones y teorías fuerzan a considerar la enseñanza del pensamiento no sólo en términos

de procesos generales, sino también en términos de la interacción entre estructuras de conocimiento y procesos. Este nuevo acercamiento integrado considera los procesos cognitivos de memoria, razonamiento, comprensión, etc., en el contexto de la adquisición de estructuras de conocimiento y habilidades. Los datos sobre estudios del desarrollo de los procesos cognitivos como los de Chi (1978) sobre la memoria, los estudios sobre las diferencias entre expertos y noveles en la comprensión y memoria (Schneider, Körkel y Weinert, 1989), así como sobre la solución de problemas (Chi, Glaser y Rees, 1992), muestran una clara evidencia de que el pensamiento y la solución de problemas de los expertos *son el resultado* de las estructuras organizadas de conocimiento adquiridas a lo largo de periodos de aprendizaje y experiencia. Las teorías de esquemas intentan describir y explicar cómo se organiza y representa el conocimiento y la forma en que tales estructuras facilitan el uso del conocimiento de maneras particulares.

Para los autores del informe "*How people learn. Brain, mind, experience and school*" patrocinado por el National Research Council de los Estados Unidos (Bransford, Brown, Cocking, Donovan, y Pellegrino, 2000), las características fundamentales de la nueva ciencia del aprendizaje son: su énfasis en el aprendizaje con entendimiento; la necesidad de tener en cuenta el conocimiento previo al diseñar el aprendizaje de nuevos conocimientos; y la importancia de que sean las personas que aprenden las que tengan el control de su proceso de aprendizaje. Entre los tres hallazgos clave de la investigación sobre el aprendizaje y la enseñanza, los autores indican expresamente que "los estudiantes vienen a la clase con preconcepciones acerca de cómo funciona el mundo. Si no se engancha con su entendimiento inicial, pueden fallar en comprender los nuevos conceptos e información que se les enseña, o pueden aprender con el sólo propósito de un examen, pero vuelven a sus preconcepciones fuera de la clase" (Bransford, Brown,

Cocking, Donovan, y Pellegrino, 2000, pp. 14-15).

Además, en el segundo capítulo del informe del National Research Council los autores analizan con detenimiento los estudios sobre las diferencias entre expertos y noveles, en términos, fundamentalmente, de las diferencias en la cantidad y organización del conocimiento, y establecen implicaciones para la enseñanza.

3.2. Organización del conocimiento: su evaluación.

El análisis del conocimiento ha llegado a ser cada vez más importante por varias razones. En primer lugar, los psicólogos cognitivos y los investigadores de la inteligencia artificial se han interesado tanto en la forma en que se representa el conocimiento como en el contenido del mismo. Los psicólogos cognitivos han comenzado a reconocer la importancia del conocimiento específico de un dominio para las actividades de pensamiento en general, así como en la solución de problemas complejos del mundo real. En segundo lugar, el análisis del contenido y la representación del conocimiento son relevantes para el diseño del currículum y la enseñanza. En tercer lugar, el estudio de las diferencias entre expertos y noveles en dominios específicos, ha revelado que la cantidad y, sobre todo, la organización del conocimiento que se posee son aspectos fundamentales que subyacen a la conducta y competencia experta.

Uno de los pasos principales en el estudio de la competencia experta consiste en el análisis detallado de la realización competente, con el objeto de inferir los procesos y estructuras de conocimiento que subyacen a esta competencia. Debido a que se pueden observar directamente los procesos cognitivos que están detrás de la conducta de los expertos –o de cualquier individuo-, se han desarrollado, dentro de la ciencia y la psicología cognitivas, una variedad de técnicas de elicitación, representación y evaluación de los procesos y estructuras cognitivas que poseen los individuos. Lo que de forma genérica se ha denominado análisis cognitivo de la tarea (Castejón, 1999; Jonassen, Tessmer y Hannum, 1999; Schraagen, Chipman y Shalin, 2000).

En el campo del análisis de la competencia experta, los estudios pioneros de De Groot (1946/1965) sobre el ajedrez ilustran de forma clara el empleo de análisis refinados de las secuencias de protocolos verbales y la observación de la colocación de las piezas de ajedrez para inferir los procesos cognitivos subyacentes que mediaban la realización de los expertos y noveles, junto al uso de la manipulación experimental de los materiales estímulo, en algunos casos.

El análisis de los procesos y estructuras cognitivas de los expertos se ha centrado, principalmente, en la representación y evaluación de las estructuras cognitivas, en las que se almacena el conocimiento declarativo-conceptual que poseen los individuos acerca de un dominio; y en menor medida, en el análisis de las estrategias y procesos de razonamiento que siguen los individuos, como en el caso del razonamiento informal y el diagnóstico médico.

A continuación, trataremos de sistematizar de forma resumida, los diferentes procedimientos metodológicos utilizados en el análisis y representación del conocimiento.

Existen varias clasificaciones de los procedimientos de elicitación,

análisis y representación del conocimiento (Cooke, 1994; 1999; Hoffman, 1987; Hoffman y colaboradores, 1995; Olson y Rueter, 1987; Olson y Biolsi, 1991), que varían en función de: a) la fase de análisis en que nos situemos: la elicitación de datos o el análisis y/o la representación del conocimiento; b) el tipo de conocimiento que se trate de analizar: el conocimiento declarativo-conceptual, procedimental o estratégico; y c) el tipo de técnicas, cualitativas o cuantitativas, empleadas para el análisis de los datos. Dentro de cada una de estas categorías se incluyen diversos procedimientos, tal y como queda recogido de forma esquemática en la tabla 3.

Aunque en nuestra propuesta se conjugan estos tres criterios a la hora de clasificar los distintos procedimientos de análisis, estamos de acuerdo con Cooke (1994, 1999) en que la caracterización de las diferentes técnicas de análisis del conocimiento puede hacerse de acuerdo con los diferentes mecanismos en que se basan las técnicas mismas.

Las fases principales del análisis de los contenidos del conocimiento las podemos establecer en: 1) la elicitación, obtención y reducción de datos; 2) el empleo de diferentes procedimientos de representación, según los tipos de conocimiento; y 3) el análisis cualitativo o cuantitativo de los datos.

Tabla 3.
Procedimientos para el análisis del conocimiento.

1) Técnicas de elicitación	1.1. Observación y medidas directas de ejecución:	Aciertos/Errores, Precisión, Tiempo de reacción.
	1.2.Entrevistas estructuradas y dirigidas:	Método de incidentes y decisión crítica.

	1.3. Protocolos verbales:		Elicitación: Entrevista clínica retrospectiva Cuestiones-tipo Pensamiento en voz alta Recuerdo estimulado Entrevistas sobre ejemplos-tipo Técnicas grupales: Técnica "Delphi"
	1.4.Técnicas conceptuales basadas en procedimientos que usan datos cuantitativos:		a) Asociación de palabras b) Paradigmas de clasificación c) Comparación y valoración de relaciones entre conceptos d) Construcciones gráficas
2) *Procedimientos de representación y análisis.*	2.1. Procedimientos *cualitativos* de representación.	2.1.1. Conocimiento declarativo. Estructuras conceptuales.	1. Redes semánticas y esquemas 2. Redes conceptuales
		2.1.2. Conocimiento procedimental.	1. Diagramas de flujo 2. Argumentos de Toulmin
		2.1.3. Habilidades y estrategias generales. Solución de problemas.	1. Redes de planeamiento (planning net)
	2.2. Técnicas de *análisis cuantitativo*. Técnicas conceptuales.	2.2.1. Métodos indirectos. Técnicas de análisis sobre matrices de similitud.	1. Análisis jerárquico de cluster 2. Escalamiento multidimensional (MDS) 3. Técnica de la rejilla (grid) 4. Redes asociativas establecidas mediante Pathfinder (KNOT)
		2.2.2. Métodos directos. Procedimientos de análisis cuantitativo sobre datos cualitativos obtenidos mediante tareas de ordenación de conceptos.	1.Arbol ordenado
		2.3. Otros procedimientos.	

Los tipos de conocimiento a los que se aplica el análisis cognitivo son: 1) los procesos básicos que están presentes en la realización de la mayor parte de las tareas; 2) el conocimiento declarativo -conceptual a través de la representación de estructuras y esquemas cognitivos; 3) el conocimiento procedimental (Anderson, 1982); y 4) las habilidades y

estrategias generales (Chi, 1987).

Referente al tipo de datos y las técnicas de análisis utilizadas contamos con las formas de representación cualitativas y las técnicas de análisis cuantitativo.

3.2.1. Técnicas de elicitación y reducción de datos.

Estas técnicas se pueden clasificar en cuatro grupos, que denominamos: a) técnicas de *observación* y *medidas directas de la ejecución*; b) *entrevistas* estructuradas; c) técnicas de *elicitación de protocolos verbales*; y d) técnicas conceptuales basadas en procedimientos que emplean datos cuantitativos.

La elicitación del conocimiento comienza a veces a partir de ***observaciones*** sobre la realización de la tarea dentro del dominio de interés. Las observaciones pueden ocurrir además en el contexto natural donde se realiza la tarea o en contextos simulados (Hoffman, 1987; Hoffman y colaboradores, 1995). Por otra parte, también pueden emplearse medidas directas de la realización para tratar de inferir los procesos y estrategias utilizados por los individuos en la realización de una tarea. Entre las principales medidas directas de la ejecución tenemos los *aciertos y errores* (Siegler, 1980), a partir de los cuales pueden inferirse con bastante objetividad las reglas y procedimientos que siguen los individuos en tareas que requieren la utilización de

algoritmos fijos. Otra medida es el *tiempo de reacción* (Sternberg, 1977), medida criticada por Siegler (1989) para quien la "cronometría mental" no describe adecuadamente los procesos y sobre todo las estrategias que siguen los individuos al realizar una tarea. La *precisión en responder* y las *fijaciones oculares* se encuentran también entre los datos utilizados en el análisis de tareas por la psicología cognitiva (Larkin y Rainard, 1984; Anderson, 1987).

Las ***entrevistas*** constituyen la forma más directa de investigar lo que alguna persona conoce; por lo que constituye el método de elicitación de conocimientos más empleado (Cooke, 1999). Las entrevistas pueden ser de dos tipos, estructuradas y no estructuradas. Pudiendo adoptar formas más específicas dependiendo de la tarea concreta que se aborde y el tipo de conocimiento a analizar. Las tendencias recientes en el uso de las entrevistas, como técnicas de elicitación de conocimientos, incluyen el desarrollo de metodologías específicas en el contexto de dominios y situaciones particulares. Por ejemplo, Hoffman, Crandall y Shadbolt (1998) emplean el método de decisión crítica (CDM) para elicitar el conocimiento de los expertos, ante un caso o situación muy concreta. El método tiene sus raíces en la técnica de incidentes críticos desarrollada por Flanagan, y se ha empleado para entrevistar a pilotos expertos sobre situaciones problemáticas relacionadas con su profesión. Otro ejemplo de empleo de este método lo tenemos en Fowlkes, Salas, Baker, Cannon-Bowers y Stout (2000), quienes lo emplean para elicitar el conocimiento de un equipo de expertos en pilotar un helicóptero militar.

Desde la publicación de los primeros trabajos de Ericsson y Simon (1980), los *datos verbales* se utilizan cada vez más para estudiar los procesos cognitivos en muchas áreas de la psicología. Los informes verbales son aceptados como fuentes importantes de datos. En una revisión más reciente de sus publicaciones de 1980 y 1984, Ericsson y

Simon (1993) presentan los principales avances acerca de los informes verbales, incluyendo nueva evidencia sobre su validez. Las dos cuestiones más importantes que tiene planteadas el estudio de los informes verbales son los procedimientos de elicitación y validación.

El protocolo se interpreta como una serie de operaciones mentales que se infiere utiliza el individuo para realizar un juicio, tomar una decisión o resolver un problema (Ericsson y Simon, 1993). Puede servir de base para la caracterización de los pensamientos de un individuo, como dato para un análisis de contenido cognitivo, o para el desarrollo de un programa de ordenador.

Las ***técnicas de elicitación de protocolos verbales*** varían notablemente, tanto en lo relativo a los procedimientos que utilizan como al grado de validez de los informes que generan, y algunas de ellas coinciden básicamente con la entrevista (Shavelson, Webb y Burstein, 1986; Ericsson y Simon, 1993). Entre las técnicas de elicitación de protocolos verbales tenemos:

- La *entrevista clínica retrospectiva* (Pines y colaboradores, 1978; Genest y Turk, 1981) es uno de los procedimientos de obtención de protocolos verbales más utilizados en el análisis de tareas, si bien los datos pueden estar sujetos a algún tipo de distorsión debido a su carácter retrospectivo, de acuerdo con el modelo de Ericsson y Simon.

- Las *cuestiones-tipo* constituyen otro procedimiento de obtención de protocolos; sin embargo presentan el problema de las inferencias. Es necesario conocer los requerimientos cognitivos de la respuesta a cuestiones, tarea que es vista como resolución de un problema. Greeno (1980) y Posner (1978) ofrecen algunas sugerencias para la formulación de cuestiones como técnica de

obtención de datos, indicando la conveniencia de formular cuestiones concretas para evitar los problemas de interpretación de las respuestas.

- Las instrucciones de "*pensamiento en voz alta*" concurrente a la realización de la tarea (Ericsson y Simon, 1980, 1984, 1993), según el modelo de producción de informes verbales establecido por estos autores, constituye el procedimiento que menos distorsiona la información sobre los procesos cognitivos internos. La teoría de Ericsson y Simon (1984, 1993) predice que la información concurrente en la memoria a corto plazo, así como la información atendida no inferida, puede ser la más válida. Las críticas de Nisbet y Wilson (1977) a los datos introspectivos pierden vigencia cuando los informes verbales se realizan durante la realización de la tarea. Estos informes verbales ofrecen la única fuente de datos para identificar muchos de los contenidos, procesos y estrategias que se utilizan en la realización de diversas tareas.

- El *recuerdo estimulado* mediante grabaciones audio o vídeo constituye una alternativa a las entrevistas retrospectivas y una alternativa necesaria a los métodos de pensamiento en voz alta en situaciones de enseñanza interactiva por el profesor, en las que los mismos individuos no pueden generar ni registrar los protocolos verbales, de forma simultanea a la realización de la tarea. Es una técnica para recoger informes retrospectivos de procesos verbales y no verbales bajo condiciones de claves explícitas de recuerdo. Entre las condiciones para la utilización de esta técnica se citan el que los datos deben recogerse después de un corto tiempo desde el evento; y que no se debe preguntar por procesos generales, sino por acciones específicas (Shavelson, Webb y Burtein, 1986).

- Otro procedimiento son las *entrevistas sobre ejemplos o problemas-tipo*, en las que se provocan discusiones con detenimiento con un estudiante, utilizando normalmente un conjunto de tarjetas donde se presentan ejemplos, correctos e incorrectos, de la aplicación de un principio general (Gilbert, Watts y Osborne, 1985).

- Por último, entre los procedimientos de obtención de datos tenemos la "técnica Delphi" (Jonassen, Hannum y Tessmer, 1999), que consiste básicamente en una entrevista estructurada que se realiza a un grupo de expertos sobre contenidos y procesos de interés en la realización de una tarea.

Los procedimientos de elicitación de conocimientos a un *grupo o equipo de expertos* están adquiriendo en la actualidad un desarrollo considerable. Por una parte, las nuevas perspectivas teóricas sobre la cognición situada y el conocimiento compartido han obligado a considerar la aplicación de los procedimientos de elicitación del conocimiento, que hacen uso de los protocolos verbales, a actividades situadas socialmente, que incluyen desde las actividades altamente especializadas de descubrimiento colaborativo en dominios científicos, como hacen Okada y Simon (1997) en el área de la biología molecular, hasta el estudio del pensamiento en las actividades de la vida diaria, como se refleja en el trabajo de Ericsson y Simon (1998). De interés son los resultados logrados por Okada y Simon (1997), quienes encuentran que el trabajo en equipo de dos personas, frente al trabajo individual, facilitó el proceso de investigación científica en el ámbito de la biología molecular.

Por otra parte, el hecho de que la mayoría de las actividades profesionales requieran el trabajo en equipo ha hecho necesaria la aplicación de los procedimientos actuales de elicitación y

representación del conocimiento en esas situaciones. Blickensderfer, Cannon-Bower y Salas (2000), por un lado, y Cooke, Salas, Cannonn-Bowers y Stout (2000) por otro, presentan una revisión de los métodos de elicitación del conocimiento utilizados para estudiar el conocimiento en equipo, como conjunto de dos o más personas que interactúan de forma dinámica, interdependiente y adaptativa hacia un objetivo común. Los autores plantean los requisitos y definen las características que deben de tener estos métodos.

La aplicación de los métodos de elicitación del conocimiento en actividades colaborativas, relacionadas con los equipos médicos de salud, ha sido realizada por Patel, Cytryn, Shortliffe y Safran (2000), quienes encuentran que el funcionamiento correcto de estos equipos, mediante la distribución adecuada de responsabilidades, contribuye a reducir la información redundante; pero que a la vez, la singularidad de la expertez profesional individual contribuye de forma decisiva al conocimiento compartido y el logro de los objetivos del equipo.

En el trabajo de Cooke, Kiekel y Helm, (2001), se plantea la evaluación de métodos para elicitar y evaluar los conocimientos del equipo durante la adquisición de una habilidad compleja, el pilotaje de un avión no tripulado. Las medidas del conocimiento son evaluadas en términos de su habilidad para predecir el rendimiento del equipo y de cómo reflejan la adquisición de la habilidad. Este acercamiento de equipo es una solución a las tareas cognitivamente completas. Los resultados de este trabajo sugieren que las medidas de conocimiento usadas (modelos de situación, cuestionario de trabajo de equipo, cuestionario de trabajo en la tarea, puntuaciones obtenidas en la tarea y puntuaciones de consenso en la tarea) son apropiadas para equipos en los que los miembros tienen diferentes roles. Aplicando esas medidas heterogéneas, los datos revelan que los equipos de mayor rendimiento tienen miembros con un mayor conocimiento de la tarea desde la

perspectiva de diferentes roles y no únicamente del suyo propio. Estas medidas del conocimiento del equipo proporcionan información sobre algunos de los factores cognitivos subyacentes a la adquisición de una habilidad compleja y pueden ayudar al diseño y evaluación de programas de entrenamiento.

Cuando se comparan distintos procedimientos de elicitación de protocolos verbales (Ericsson y Simon, 1980, 1984, 1993; Shavelson, Webb y Burstein, 1986), el método de pensamiento en voz alta aparece como el más válido de todos ellos. El recuerdo estimulado y las cuestiones específicas pueden ofrecer datos no-distorsionados, siempre y cuando la información que se busca sea fácilmente accesible y no requiera inferencias.

Una posibilidad para aumentar la validez de estos procedimientos es el empleo conjunto de varios de ellos. Taylor y Dionne (2000) ofrecen un ejemplo de empleo conjunto de método de pensamiento en voz alta concurrente a la tarea y el método de recuerdo retrospectivo en el análisis de la solución de problemas por profesores y estudiantes de biología y ciencia política. Los resultados mostraron que el empleo conjunto de ambos métodos permitió una explicación detallada de las estrategias de solución de problemas utilizadas por los participantes, así como de las creencias y conocimientos que median la utilización de las estrategias. El empleo conjunto de los dos métodos también aumentó la fiabilidad y validez en la recogida de datos y su interpretación.

En cuanto a la fiabilidad y validez de los informes verbales, los resultados de Shavelson, Webb y Burstein (1986), Ericsson y Simon (1993) dan cuenta de la replicabilidad de los datos entre observadores y ocasiones; mientras que Ericsson y Polson (1988), Ericsson y Oliver (1989) abogan por el empleo de un procedimiento de validación

convergente, consistente en diseñar experimentos en los que se creen diversas condiciones experimentales, a través de las que puedan examinarse y evaluarse hipótesis alternativas acerca de los procesos cognitivos de los individuos.

Otros procedimientos de obtención de datos, empleados generalmente cuando se emplean técnicas cuantitativas de análisis de datos, son aquellos que tratan de elicitar relaciones entre conceptos. Entre los más utilizados están: a) la asociación de palabras (Deese, 1962); b) los paradigmas de clasificación de tarjetas (Mandler, 1967); c) las tareas de comparación de conceptos (Fillenbaun y Rapoport, 1971); d) las construcciones gráficas (Shavelson y Stanton, 1975); y, e) co-ocurrencia de conceptos en secuencias (Reitman y Rueter, 1980; Zachary, Ryder y Purcell, 1990). Todas ellas tratan de elicitar relaciones cuantitativas entre conceptos, que por lo general han sido previamente seleccionados.

Estos procedimientos se agrupan bajo la denominación común de ***técnicas conceptuales***, una vez que elicitan y representan la estructura conceptual en forma de conceptos relacionados de un dominio y sus interrelaciones. Las relaciones se establecen de formas distintas, incluyendo las evaluaciones de la relación –similitud- entre todos los pares de conceptos de un conjunto, las técnicas de clasificación de conceptos, o la frecuencia en que aparecen juntos en una serie los conceptos.

Los métodos conceptuales se consideran indirectos en cuanto que no se requiere de los participantes en los experimentos que comenten directamente lo que piensan sobre hechos, conceptos o procedimientos, sino que esta información se infiere a partir de juicios de relaciones conceptuales. La investigación reciente sobre estos métodos (Rowe, Cooke, Hall, y Halgren, 1996) ha mostrado una validez concurrente adecuada de los mismos.

Los métodos conceptuales o indirectos tratan de mostrar la estructura conceptual, establecida sobre un conjunto de conceptos previamente identificados por otros medio, por lo que se consideran métodos idóneos para estudiar la *organización del conocimiento*, una de las características clave de los expertos.

3.2.2. Procedimientos de representación y análisis.

Los procedimientos de representación y análisis varían según el tipo de conocimiento y el tipo de análisis -cualitativo o cuantitativo- que se realice.

3.2.2.1. Procedimientos cualitativos.

Son los más utilizados en el análisis de tareas y competencias cognitivas, existiendo varios procedimientos, según el tipo de conocimiento que se trate, declarativo-conceptual, procedimental o estratégico.

A. ***Conocimientos declarativos***. Técnicas de representación de las estructuras cognitivas

De acuerdo con Anderson (1982), el conjunto de conocimientos sobre hechos, conceptos y principios que tenemos en nuestra memoria constituye el conocimiento declarativo.

Entre las técnicas de representación de los contenidos cognitivos de tipo declarativo se encuentran las redes semánticas y los mapas conceptuales. Shuell (1985) ha revisado la aplicación y relevancia de estas técnicas en el campo de la enseñanza, destacando su utilidad para diseñar, organizar y secuenciar la instrucción de contenidos declarativo-conceptuales, establecer la estructura de los conocimientos a través de los diferentes grados de competencia, o examinar las concepciones y conocimientos previos de los estudiantes cuando llegan a la situación de enseñanza/aprendizaje.

1. Redes semánticas y esquemas.

Las redes semánticas y los esquemas constituyen procedimientos de representación de las unidades cognitivas almacenadas en la memoria que conforman el conjunto de conocimientos declarativo-conceptuales. Son muchos los trabajos donde se han representado las estructuras de conocimiento que tienen los individuos en distintos dominios de conocimiento, en forma de redes semánticas (Dijkstra, 1988, 1990;

Donald, 1987; Driver, 1986; Driver, Guesne y Tiberghien, 1989; Leinhardt y Smith, 1985; Posner, 1978; Shuell, 1985).

Todas las teorías de la memoria semántica consideran algún tipo de representación de los contenidos cognitivos almacenados en la memoria. Donald, (1987), Anderson (1987) y Frederiksen y Breuleux, (1990) han establecido algunas normas y procedimientos para llevar a cabo estas representaciones.

Las unidades de representación del conocimiento son, generalmente, las *proposiciones*; lenguaje formal de carácter abstracto y universal (Frege). Constituyen unidades de significado sujetas a valores de verdad, abstractas y semánticas, y se representan mediante nodos conceptuales y relaciones.

Prácticamente cualquier tipo de información puede reducirse a un formato proposicional, existiendo además la posibilidad de organizar las proposiciones en redes semánticas. Anderson (1980, 1987) ofrece una serie de recomendaciones para la conversión de las expresiones lingüísticas en redes proposicionales; mientras que Frederiksen y Breuleux (1990) han construido un programa de ordenador que genera representaciones proposicionales a partir de protocolos verbales.

Las redes semánticas se elaboran a partir de los datos obtenidos con distintas técnicas, el análisis de protocolos verbales (Leinhardt y Smith, 1985), las entrevistas clínicas (Posner, 1982), la clasificación de tarjetas (Shavelson y Stanton, 1975; Leinhardt y Smith, 1985), la asociación de palabras (Shavelson y Stanton, 1975) o las gráficas dirigidas (Shavelson y Stanton, 1975; Donald, 1987). Todas estas técnicas requieren la transcripción, reducción, codificación y representación de los datos originales, por lo que se hace necesario asegurar la fiabilidad y validez de estas construcciones (White, 1985; Ericsson y Simon, 1993).

Una red semántica de carácter general es un mapa de relaciones que consiste en una estructura formada básicamente por dos nodos y una relación (triplo) en la que los conceptos se representan como nodos conceptuales que están unidos por eslabones (links), de acuerdo con un conjunto definido de denominaciones. Cada línea de unión es bidireccional pero no simétrica.

2. Redes conceptuales (Novak y Gowin, 1984; Novak, 1990).

Los mapas o redes conceptuales constituyen una representación del significado esquemático o ideacional específico a un dominio de contenido, para un contexto de significado (Novak y Gowin, 1984; Novak, 1990). Este sistema tiene la ventaja de utilizar un código representacional simple; la red conceptual consiste en un conjunto de conceptos (nodos designados por una palabra) unidos por palabras (vínculo relacional o predicado) de enlace entre los conceptos, para formar proposiciones (unidades de significado psicológico), que se pueden aplicar a cualquier dominio de contenido. Entre las características básicas que debe tener un mapa conceptual (Novak, 1990) están las de jerarquía y diferenciación progresiva entre conceptos, establecimiento de relaciones subordinadas y supraordenadas a través de los distintos niveles, y existencia de conexiones cruzadas.

Los mapas conceptuales se elaboran a partir de entrevistas clínicas y protocolos verbales o mediante un entrenamiento directo a los individuos para que construyan ellos mismos la red conceptual. El uso de los mapas conceptuales está muy generalizado en la evaluación de estructuras cognitivas, y es útil, por ejemplo, en la evaluación de la organización del conocimiento de profesores en formación (Lian, 1998).

Los mapas conceptuales también se han utilizado como un instrumento para la enseñanza y la evaluación, cuando se enseña directamente el contenido de la red de conceptos (Alvarez y Risco, 1987), y cuando se evalúan los resultados del aprendizaje empleando la red conceptual como criterio de evaluación (Novak y Gowin, 1984; Novak, 1990).

B. *Conocimiento procedimental*.

Entre las técnicas de representación de los contenidos procedimentales se encuentran los diagramas de flujo y los sistemas de argumentos de Toulmin.

1. Diagramas de flujo (Newel y Simon, 1972).

Los diagramas de flujo constituyen representaciones gráficas de los sistemas de producción condición-acción y tienen su origen en los programas de ordenador (Newel y Simon, 1972). Los datos que sirven de base a la representación se obtienen sobre todo a partir de los protocolos verbales concurrentes a la realización de la tarea. Un sistema de producción es un conjunto ordenado de operaciones, en donde cada una de estas operaciones tiene dos componentes, una condición que si se satisface da lugar a que se produzca la acción y que si no se satisface da lugar a otra acción. Un diagrama de flujo (flowchart) se construye mediante una serie de gráficas formadas por rectángulos que representan las operaciones, rombos que representan las condiciones y decisiones, y flechas que indican la secuencia de operaciones.

Newel (1973) y Newel y Simon, (1972) ofrecen una serie de recomendaciones para diseñar un buen diagrama de flujo: 1. Tratar de identificar todos los pasos fundamentales del proceso; 2. Identificar las

cuestiones clave o decisiones que determinan la secuencia; 3. Ordenar los pasos correctamente; 4. Rodear las subrutinas con un círculo si se han de repetir una serie de pasos; 5. Emplear los símbolos convencionales (rectángulos, rombos, etc), en la representación; 6. Comprobar la representación para ver si refleja todos los detalles de la actividad bajo estudio.

2. Sistema de argumentos de Toulmin (Toulmin, 1958; Toulmin, Rieke y Janik, 1979; Voss, Tyler y Yengo, 1983).

El sistema representacional de Voss, Tyler y Yengo, (1983) basado en los argumentos de Toulmin se utiliza para representar problemas abiertos de las ciencias sociales. En este procedimiento se considera el argumento como la unidad básica de representación, distinguiéndose a su vez diferentes componentes básicos presentes en cada argumento: los datos (D), los juicios (C), las justificaciones (W), otros datos de información (B), los contraargumentos (R) y las condiciones que restringen los juicios (Q). A partir de los protocolos verbales, primeramente se reducen los argumentos a los componentes básicos, de acuerdo con la clasificación de Toulmin, después se lleva a cabo la conexión entre los componentes de los argumentos, y finalmente se representan de forma gráfica.

Este sistema parece adecuado para determinar las diferentes estrategias que siguen individuos más o menos expertos en problemas abiertos. Con este procedimiento, Voss, Tyler y Yengo (1983) logran establecer diferencias en las estrategias seguidas por expertos cualificados con diferentes grados de conocimiento y experiencia sobre temas de alimentación y hambre en el mundo.

C. ***Habilidades generales y estrategias***.

Existe cierta dificultad para representar en forma de algoritmos o pasos fijos los problemas complejos, y los problemas del área social "mal estructurados", donde se requiere la aplicación de estrategias y reglas generales. Para representar este tipo de conocimientos y habilidades se ha desarrollado el análisis de planeamientos y estrategias.

A partir de la crítica a los modelos procesuales (Greeno, 1978, 1980; Rivière, 1980), Van Lehn y Brown (1980), Leinhardt y Smith (1985) y Chi (1987) elaboran un sistema representacional, las redes de planeamiento, en donde se combinan diferentes aspectos del conocimiento declarativo y procedimental, en una secuencia organizada de acciones. Estas redes de planeamiento difieren del análisis de tareas convencional, una vez que incorporan una descripción tanto de las acciones como de los objetivos, subobjetivos y estrategias dispuestos para el logro de la realización de la tarea.

- Redes de planeamiento (planning net), (Sacerdotti, 1977; Van Lehn y Brown, 1980; Leinhard y Smith, 1985).

Este procedimiento se utiliza para representar tanto la realización ("performance") como la competencia ("competence") o conjunto de conocimientos sobre principios, planes y estrategias que justifican las acciones y toma de decisiones durante la realización de una tarea. Las redes de planeamiento son una representación abstracta de un procedimiento que requiere el establecimiento de objetivos, condiciones y acciones. El término *planeamiento* procede del campo de la inteligencia artificial en el que se denomina así al proceso de crear un procedimiento a partir de un conjunto de condiciones (Hayes-Roth y Hayes-Roth, 1979; Van Lehn y Brown, 1980; Fogel y Robinson, 2003).

En una red de planeamiento están presentes los objetivos, subobjetivos, condiciones (pre-requisitos, co-requisitos, post-requisitos) y acciones o heurísticos de planeamiento (Sacerdotti, 1977; Van Lehn y Brown, 1980). En cada esquema de acción se incluyen condiciones, consecuencias y efectos. El planeamiento comienza con la representación del objetivo principal; a partir de ahí se buscan en un conjunto de esquemas de acción, aquel o aquellos cuya consecuencia satisfaga el objetivo. Cuando se encuentra uno, éste se introduce en un plan y se examinan sus condiciones de requisito; los pre-requisitos han de estar satisfechos antes que se realice una acción; los co-requisitos se satisfacen a través de la realización de la acción, estados que deben mantenerse verdaderos a través de la realización de la acción, como por ejemplo mantener la atención del estudiante durante la clase; los post-requisitos son objetivos que se convierten en estados actuales al completar una acción, pero que no son ellos mismos el propósito de esa acción. Los eslabones consecuencia muestran acciones que cuando se completan deben lograr un objetivo necesario. Las condiciones constituyen el conocimiento dependiente de un dominio, mientras que los heurísticos de planeamiento son un conocimiento independiente del dominio.

Este procedimiento puede considerarse una representación completa del diseño de un procedimiento. Un ejemplo de tarea que requiere combinar conocimientos sobre principios, objetivos y estrategias es el diseño de la enseñanza, en el que deben establecerse explícitamente las causas (principios) y consecuencias de cada una de las decisiones y acciones que se toman en un diseño instruccional por parte del diseñador o del docente. Un análisis procedimental de este tipo incorpora un conocimiento de carácter propositivo, uno de los componentes de la conducta experta, que debe enseñarse explícitamente.

Los datos básicos sobre los que se construye la representación gráfica se obtienen fundamentalmente a partir de grabaciones en vídeo, recuerdo estimulado y entrevistas retrospectivas. El formalismo para representar estos procedimientos se denomina red de planeamiento (Sacerdotti, 1977; Van Lehn y Brown, 1980), y está formado por gráficas dirigidas, donde los objetivos de planeamiento se representan como hexágonos y las acciones como rectángulos; los eslabones de unión son las reglas de planeamiento. Dos nodos están unidos si la aplicación de alguna condición o heurístico a un plan resulta en otro plan.

Leinhardt y Greeno (1986), Leinhardt (1989) ofrecen ejemplos de la utilización de esta técnica, a partir de las observaciones y entrevistas realizadas a un profesor que explica un tema relativo a la reducción de fracciones.

3.2.2.2. Técnicas de análisis cuantitativo.

Estas técnicas tienen su origen en los trabajos que tratan de establecer definiciones operativas de las estructuras de la memoria semántica (Friendly, 1979; Puff, 1982). Su aplicación al campo del análisis de los contenidos conceptuales se lleva a cabo inicialmente por Shavelson y Stanton (1975), en una serie de trabajos que tratan de validar un sistema de representación de las estructuras cognitivo-conceptuales de profesores y alumnos en diversos campos del conocimiento. Los resultados de la comparación de distintas técnicas de obtención de datos (Preece, 1975) muestran una fiabilidad adecuada.

Una excelente revisión de estos métodos y sus aplicaciones para la representación del conocimiento, aparecida en el *Journal of Educational Psychology*, es la realizada por Gonzalvo, Cañas y Bajo (1994).

Aunque todos estos métodos se incluyen normalmente bajo la denominación de métodos indirectos, dentro de estos procedimientos podemos diferenciar dos grupos, los denominados métodos indirectos y los métodos directos.

A. **Métodos indirectos**.

Estos métodos, se denominan indirectos porque requieren que los datos originales -normalmente la evaluación del grado de relación entre conceptos- sean transformados o reducidos a matrices de proximidad. Los métodos indirectos se asientan sobre el supuesto de la "simetría de los juicios de distancia", aunque esta no siempre se cumple (Tversky y Gati, 1978).

Las principales técnicas de análisis de datos utilizadas en estos métodos indirectos son el análisis jerárquico de *cluster*, el *escalamiento multidimensional* y las *redes asociativas*. Mientras los dos primeros

constituyen técnicas psicométricas generales de escalamiento, el último se ha desarrollado de forma específica como un instrumento de evaluación de la organización del conocimiento.

1. Análisis jerárquico de *clusters* (agrupamientos).

Es un modelo discreto, reticular y jerárquico (Johnson, 1976; Friendly, 1979) para representar los contenidos cognitivos, que permite además la comparación de las representaciones -dendogramas- resultantes (Sokal y Rohlf, 1962; Garskoff y Houston, 1963).

De Jong y Ferguson-Hessler (1986) utilizan esta técnica con el objetivo de establecer la estructura conceptual de individuos con distinto grado de competencia en la solución de problemas de física en enseñanza Secundaria. Los resultados de Castejón y Pascual (1989, 1990), obtenidos en el campo de las matemáticas, indican que es un procedimiento adecuado para representar la estructura cognitivo-conceptual de profesores y alumnos con diferente grado de conocimiento sobre tópicos tales como la reducción de fracciones.

2. Escalamiento multidimensional (MDS).

Constituye el modelo más apropiado para representar conceptos que pueden situarse en varias dimensiones, antes que en categorías discretas y excluyentes. Presenta por tanto un ajuste pobre a los datos categoriales y reticulares, los cuales quedan mejor representados por la técnica de análisis de cluster. Permite la representación en el espacio multidimensional tanto de estímulos (método MDSCAL) como de individuos con relación a estímulos (INDSCAL), lo que supone atender a las diferencias individuales. Ofreciendo además un índice de ajuste

(stress) de la solución a los datos -matriz de distancia- originales. Shoben y Ross (1987) ofrecen una excelente revisión de las aplicaciones de esta técnica al análisis cognitivo de tareas.

McGaghie, McCrimmon, Thompson, Ravitch, y Mitchell (2000) emplean el modelo de diferencias individuales (INDSCAL) del método de escalamiento multidimensional (MDS) para la evaluación cuantitativa de las estructuras de conocimiento de estudiantes de medicina y veterinaria, y establecen la relación entre diversos índices de MDS con los resultados de la evaluación tradicional de los conocimientos, realizada mediante una prueba objetiva referida al mismo material conceptual. Los autores concluyen que, aunque los diversos índices de la solución multidimensional se comportaron de acuerdo a lo esperado, no se obtuvo una relación significativa entre estos índices y los resultados de los exámenes, de manera contraria a lo que ocurre en otros estudios en los que se emplean otros métodos como el Pathfinder.

3. Técnica de la rejilla, Grid.

Aunque los procedimientos anteriores son los más utilizados, existe otra técnica que si bien descansa sobre supuestos ligeramente distintos a los métodos indirectos que acabamos de mencionar, ha mostrado su utilidad para representar las estructuras cognitivas de profesores y alumnos en el ámbito de la enseñanza; nos referimos a la técnica de la rejilla o "grid" de Kelly, desarrollada posteriormente por Fransella y Bannister (1977). Se trata de establecer constructos a partir de diversas técnicas de asociación de elementos como las que hemos visto dentro del apartado de obtención de datos y análisis cuantitativo. A partir de los datos acerca de la relación entre constructos y elementos se aplican, bien procedimientos de análisis de cluster, bien procedimientos de análisis factorial de componentes principales (Beail, 1985) o análisis

factorial de correspondencias (Rivas, Martínez y Latorre, 1990).

Los estudios cognitivistas y constructivistas han usado muy frecuentemente la técnica de Kelly -repertory grid technique- para estudiar teorías implícitas y descubrir los constructos personales que guían a los profesores. Pope y Denicolo (1993) ofrecen un ejemplo de aplicación de la técnica de rejilla –Grid-, dentro de una perspectiva constructivista; y nosotros mismos (Castejón y Martínez, 2001) hacemos uso de esta técnica para analizar la estructura cognitiva de profesores expertos y noveles.

4. Redes asociativas establecidas mediante Pathfinder.

Pathfinder es un procedimiento para representar las relaciones entre un conjunto de conceptos en forma de una red gráfica formada por "nodos" conceptuales unidos entre sí, construido específicamente para evaluar el grado de estructura y organización conceptual presentes en un conjunto de conceptos pertenecientes a un dominio dado (Schvaneveldt, 1990).

Con el procedimiento Pathfinder se trabaja a partir de estimaciones de proximidad entre pares de datos. Los pares de conceptos que tienen un alto grado de "similitud" o "relacionabilidad" psicológica se unen directamente y aquellos con baja similitud permanecen separados. Los conceptos de la red representan los conceptos originales utilizados en las medidas de proximidad, y los vínculos (links) las relaciones entre estos objetos. Con cada vínculo se asocia un peso que refleja la fuerza de la relación entre conceptos. Estos pesos están basados en las estimaciones de proximidad, dadas originalmente por los individuos, para cada par de conceptos.

Se puede utilizar una red completamente conectada para representar (sin reducción de los datos) la distancia de los datos originales. Sin embargo,

uno de los beneficios del algoritmo implementado por Pathfinder está en las propiedades de reducción de los datos. El algoritmo elimina varios vínculos para reducir los datos y facilitar la comprensión de la red resultante. Si un vínculo excede el criterio mínimo, establecido por el analista, experimentador o diseñador, el vínculo se añade en la red si la distancia mínima entre nodos basada sobre todas las relaciones posibles es mayor que o igual a la distancia indicada en la estimación de la proximidad para este par. Por ejemplo, dada una matriz de proximidades en forma de evaluación de las relaciones entre pares de conceptos, las evaluaciones de una alta relación corresponden a las estimaciones de pequeñas distancias en la red, y las evaluaciones de una baja relación a estimaciones de una larga distancia. Pathfinder conecta dos conceptos si todas las demás distancias en la red entre estos dos conceptos son mayores que o iguales que la distancia estimada para ese par de conceptos (Cooke, 1994; Schvaneveldt, 1990).

El procedimiento Pathfinder tiene en cuenta dos parámetros, r y q, para determinar cómo se calcula la distancia y la densidad de la red (Schvaneveldt, 1990). Cuando r es igual a infinito, la longitud de la trayectoria de la línea que relaciona conceptos, iguala el peso máximo (esto es la distancia estimada) de los vínculos que constituyen la trayectoria entre los conceptos. Cuando en los datos originales, las estimaciones de distancia son ordinales, el parámetro r debe de establecerse en infinito. El parámetro q indica el número máximo de vínculos permitidos en una trayectoria. El parámetro q condiciona el número de proximidades empleadas en la construcción de la red, y su valor varía entre 2 y n-1, donde n es el número de conceptos. La variación de estos dos parámetros hace que resulten redes de diferente complejidad; aunque siempre se da el caso en el que los vínculos de las redes más simples están incluidos dentro de las redes más complejas. La red más simple, con el número mínimo de vínculos, se obtiene

cuando se dispone el parámetro r en infinito y q es igual al número de conceptos menos uno (Dearholt y Schvaneveldt, 1990).

Una de las ventajas específicas de este procedimiento radica en que no se restringe a la representación de relaciones jerárquicas, como hace el análisis de cluster, o dimensionales, como hace el escalamiento multidimensional, entre conceptos; sino que puede capturar uno u otro tipo de relaciones en el caso de que éstas existan en los datos originales. Otra de las ventajas de Pathfinder es su capacidad para trabajar sobre relaciones asimétricas en los datos de proximidad.

Además, se cuenta con un programa de ordenador para establecer la estimación de las relaciones conceptuales y la representación gráfica de las mismas en forma de red, fácilmente disponible, el KNOT (Knowledge Network Organizing Tool), construido por Schvaneveldt (1990), que desde 1998 se encuentra disponible para ordenadores personales con el sistema operativo DOS y Windows. Entre los diversos índices que calcula el programa se encuentran los de coherencia y similitud.

La medida de coherencia de un conjunto de datos refleja la consistencia de los datos. La coherencia de un conjunto de datos de proximidad se basa en la asunción de que la relación entre un par de elementos (conceptos) puede predecirse por las relaciones de los ítemes con los otros ítemes del conjunto. En el cálculo del índice de coherencia se calcula primero, para cada par de elementos, una medida indirecta de relacionabilidad, correlacionando las proximidades entre un par de elementos y todos los otros elementos. Después, se calcula la coherencia correlacionando los datos de proximidad originales con las medidas indirectas. Cuanto más alta sea esta correlación, más consistentes son las proximidades originales con la relacionabilidad inferida de las relaciones indirectas de los elementos. Los valores muy bajos de coherencia (menores que .20) pueden indicar que los

evaluadores no realizaron la tarea de forma correcta.

El índice de similitud entre dos redes conceptuales se establece mediante la correspondencia de los vínculos en las dos redes. La similitud es igual al número de vínculos que tienen en común dividido por el número de vínculos que hay en cualquier red. Dos redes idénticas tendrán una similitud de 1 y dos redes que no comparten vínculos una similitud de 0. La medida de similitud es pues la proporción de todos los vínculos existentes en cualquier red que están en ambas redes.

Las aplicaciones del método de redes asociativas, Pathfinder, incluyen estudios sobre diferencias entre expertos y noveles, la predicción del rendimiento a partir de la similitud de las redes de profesores y estudiantes, y la ayuda en el diseño de “interfaces” en el campo de la aviónica (Gillan y Schvaneveltd, 1999). El procedimiento Pathfinder se ha utilizado para establecer las diferencias en la estructura conceptual de expertos y noveles. Por ejemplo, en uno de los estudios más interesantes sobre este tema, Schvaneveldt, Durso, Goldsmith, Breen y Cooke (1985) requirieron de pilotos instructores expertos y pilotos noveles, que juzgaran la relación de conceptos tomados de un dominio del vuelo. Y encontraron que las redes derivadas de estos datos mostraban diferencias significativas entre noveles y expertos. Resultados similares se han obtenido en otros varios estudios sobre la programación de ordenadores (Cooke y Schvaneveldt, 1988), la física (Schvaneveldt, Euston, Sward y Van Heuvelen, 1992) y la electrónica (Rowe, Cooke, Hall, y Halgren, 1996).

El procedimiento Pathfinder también se ha empleado en la evaluación de la organización del conocimiento de los estudiantes a lo largo de un curso de estudio (Acton, Johnson y Goldsmith, 1994; Goldsmith, Johnson y Acton, 1991; Gonzalvo, Cañas y Bajo, 1994; Ruiz, Algarabel,

Dasí y Pitarque, 1998). Goldsmith y colaboradores (1991) encontraron que la similitud de las redes conceptuales de los estudiantes con el profesor predijo mejor los resultados de un examen que las correlaciones entre los juicios de relación entre los conceptos hechos por los estudiantes y el profesor o algunas medidas derivadas del método de escalamiento multidimensional. Concluyendo que las redes capturaron el carácter configuracional de las relaciones entre conceptos y que este patrón o estructura es particularmente sensible al conocimiento de los estudiantes.

Vinogradov y colaboradores (2003) emplean el procedimiento Pathfinder en el estudio de la velocidad de procesamiento y la organización de la memoria semántica y cómo predicen la fluidez verbal en la esquizofrenia.

Gonzalvo, Cañas y Bajo (1994) emplearon el procedimiento Pathfinder para predecir la adquisición de conocimiento conceptual en el dominio de la historia de la psicología. Estos autores llevaron a cabo un análisis detallado de las relaciones establecidas con Pathfinder y las habilidades de los estudiantes para definir estos conceptos. Gonzalvo y colaboradores, encontraron correlaciones positivas entre la bondad de las definiciones de los estudiantes y la similitud estructural de sus conceptos con los del profesor, así como un aumento en el número de conceptos bien estructurados desde el comienzo al final del curso.

Gómez, Hadfield y Housner (1996) encontraron una relación positiva entre los resultados obtenidos por los estudiantes de un curso de estudio y la similitud con las redes conceptuales de profesores de matemáticas de Educación Primaria. Además, se encontró que la similitud de las redes de los estudiantes y los profesores predijo la capacidad de los estudiantes para aplicar el conocimiento adquirido. Así, además de predecir el recuerdo y la comprensión del conocimiento

también predijo la calidad de la aplicación de este conocimiento.

Ruiz, Algarabel, Dasí y Pitarque (1998) analizaron la estructura cognitiva adquirida durante el proceso de aprendizaje con dos medidas de la organización conceptual, el Pathfinder y el escalamiento multidimensional. Los resultados mostraron diferencias entre los grupos en las representaciones mentales, especialmente las obtenidas con el Pathfinder, así como diferencias entre las estructuras conceptuales de los estudiantes y un experto, el profesor.

Day, Arthur y Gettman (2001) examinaron la viabilidad de las estructuras de conocimiento como operativización del aprendizaje en el contexto de una tarea que requiere un alto grado de habilidad. Estos autores muestran un gran interés en la precisión de las estructuras conceptuales de los aprendices, y para medir esa precisión usaron la evaluación estructural y evaluaron la similitud de las estructuras de los aprendices con una estructura experta de referencia. Además, compararon la eficacia de dos técnicas diferentes para agregar múltiples estructuras expertas en una única estructura experta de referencia.

Normalmente se usan expertos en una materia para la construcción de la estructura de referencia, sin embargo, algunos estudios emplean un único experto para derivar esta estructura (Goldsmith y colaboradores, 1991; Kraiger y colaboradores, 1995), mientras otros emplean a muchos expertos (Acton y colaboradores, 1994; Dorsey y colaboradores, 1999). La ventaja de usar múltiples expertos es que mediante la acumulación de las diversas aportaciones puede superarse la parcialidad personal. Por otro lado, con múltiples expertos podemos encontrar una variabilidad sustancial entre sus opiniones (Acton y colaboradores, 1994), necesitando elegir un método para agregar las opiniones de los expertos hasta eliminar esa variabilidad. Se plantean

dos posibilidades, una, que los expertos completen juntos la estructura de conocimiento y alcancen el consenso, y otra, que los expertos completen la medida de la estructura de conocimiento individualmente para posteriormente combinar mecánicamente las estructuras. Ante estas dos posibilidades, la investigación indica que los juicios intuitivos de los expertos son frecuentemente predichos por una combinación estadística (Dawes, Faust y Meehl, 1989; Sawyer, 1966). El factor principal que subyace a la superioridad de la combinación estadística es la mayor consistencia en la combinación y en la importancia de las múltiples piezas de información (Dawes y colaboradores, 1989). En cuanto a la integración de juicios a través del consenso, no hay estudios que muestren que la validez de las clasificaciones mediante consenso sea superior a la validez de las clasificaciones derivadas de la combinación mecánica (Pynes y Bernardin, 1992).

A este respecto, en el trabajo de Day y colaboradores (2001), se desarrollan dos índices de precisión de la estructura conceptual, uno en el que las estructuras conceptuales de los aprendices fueron comparadas con una de referencia, derivada de una combinación mecánica de modelos de expertos, y otro, en el que se compararon las estructuras de aprendices con una estructura de referencia derivada del consenso. En cuanto a los resultados de este estudio, podemos destacar que se hallaron notables diferencias entre la estructura de referencia consensuada y la mecánica. También se confirmó que las medidas de las estructuras conceptuales de los aprendices pueden ser útiles operativizaciones del aprendizaje. Las medidas de las estructuras conceptuales correlacionaron con el rendimiento basado en la habilidad y fueron predictores de la habilidad de retención y de transferencia. Las estructuras conceptuales podrían considerarse como un criterio potencialmente útil de entrenamiento y que juega un papel importante en la mejora del desempeño. (Kraiger y colaboradores, 1993; Kraiger y

Wenzel, 1997). Los resultados son también consistentes con las indicaciones de Glaser (1990); Gagne y Glaser, (1987), de que las estructuras de conocimiento facilitan la recuperación de información almacenada y el agregarla en la elaboración de nueva información. De modo consistente con estudios previos, en el estudio se indicó que la viabilidad de las estructuras de conocimiento como indicativo del aprendizaje puede depender de la técnica usada para operativizarla. Y por último, indicar que las estructuras expertas mecánicas presentaron correlaciones sustancialmente más fuertes con el rendimiento que las estructuras expertas consensuadas.

También se han realizado algunos trabajos sobre la validez del procedimiento Pathfinder como medida de la organización del conocimiento. Así, Cooke, Durso y Schvaneveldt (1986) encuentran que las redes generadas mediante el Pathfinder tienen mayor validez predictiva que las estructuras dimensionales establecidas mediante el método de escalamiento multidimensional. Kraiger, Salas y Cannon-Bowers (1995) ponen de manifiesto que el Pathfinder posee tanto validez de contenido, como validez discriminante y predictiva. Pinkerton (1998) muestra la validez del índice de similitud (NETSIM) entre redes para reflejar la coincidencia de las estructuras conceptuales de individuos y grupos, en un estudio que emplea el paradigma típico de comparación de diferencias entre expertos y noveles. Jeffrey (1999), en un estudio similar al anterior, encuentra evidencia de que las redes conceptuales cambian desde el inicio al final del proceso instruccional, aunque no llegan a estar relacionadas con el conocimiento declarativo al final del proceso. Como Dorsey, Campbell, Foster y Miles (1999) ponen de manifiesto la relación entre las medidas de la estructura conceptual obtenida con el Pathfinder y las medidas del rendimiento, es bastante sensible a diversos factores, como el nivel de generalidad de los conceptos utilizados o la experiencia previa con esos conceptos.

B. **Métodos directos**.

Estos métodos se denominan directos porque no requieren la transformación de los datos originales a matrices de distancia.

- Árbol ordenado obtenido a través de la tarea de ordenación de conceptos.

La tarea de ordenación de conceptos consiste básicamente en una serie de ensayos en los que se agrupa un material según su afinidad conceptual. Estos ordenamientos cualitativos se analizan posteriormente siguiendo uno de los dos algoritmos básicos: a) la regla de agrupamiento jerárquico de Monk, (1987); o, b) el procedimiento del "árbol ordenado" (Reitman y Rueter, 1980; Rueter, 1985).

El procedimiento más utilizado es la técnica del *árbol*, en la que a partir de varias secuencias de ordenamiento, se representa un *árbol* en el que se pueden observar tanto las relaciones jerárquicas entre los nodos conceptuales como su direccionalidad; así como la comparación entre árboles (Hirtle y Jonides, 1985; Young, 1998). Los trabajos sobre la validación de este procedimiento incluyen el examen de las pausas de recuerdo (Reitman y Rueter, 1980; Hirtle y Jonides, 1985), la similitud con otros procedimientos como el análisis de *cluster* (Castejón y Pascual, 1989), y manipulaciones instruccionales con individuos expertos y noveles (Naveh-Benjamin, McKeachie, Linn y Tucker, 1986; Castejón y Pascual, 1989; Castejón y Pascual, 1990). En general, los resultados obtenidos apoyan la validez del procedimiento para representar las estructuras cognitivo-conceptuales.

Naveh-Benjamin y colaboradores, (1986) utilizan la técnica del *árbol*

ordenado para inferir estructuras cognitivas y analizar su desarrollo, en el contexto de la enseñanza universitaria. El procedimiento genera una estructura que abarca las relaciones más importantes acerca de los conceptos extraídos de un campo específico del conocimiento. Los resultados muestran además que la técnica es útil para diferenciar las estructuras cognitivo-conceptuales de estudiantes con diferentes niveles de logro académico; las cuatro medidas derivadas por el método -organización, jerarquía de la estructura, direccionalidad de la estructura, y similitud de la estructura del estudiante con la del profesor-, se desarrollaron durante el curso, estando relacionadas al final con el rendimiento, de acuerdo a lo esperado.

Los resultados obtenidos por Castejón y Pascual, (1989) ponen de manifiesto que esta técnica es útil para representar los cambios en la estructura conceptual como resultado de la instrucción, y para definir las diferencias en la organización conceptual de profesores expertos y noveles (Castejón y Pascual, 1990).

3.2.3. Comentarios finales: Algunas cuestiones y nuevas direcciones.

A pesar de la gran cantidad de instrumentos de evaluación del conocimiento que se han ido desarrollando a lo largo del tiempo y de la variedad de aplicaciones que se han realizado con estos métodos, quedan cuestiones pendientes en este campo. Por un lado, es necesario llevar a cabo estudios de fiabilidad, validez y utilidad de estos métodos, por otro lado, es necesario integrar la diversidad de procedimientos y resultados obtenidos.

En la actualidad, la investigación en este campo se dirige a la integración de métodos múltiples de elicitación del conocimiento y a la evaluación de los métodos existentes (Gaines y Shaw, 1997).

Los esfuerzos para valorar la fiabilidad y validez concurrente de los métodos han aumentado recientemente. Sauer, Schramme y Ruettinger (2000) examinaron la capacidad de dos métodos distintos, la entrevista estructurada y la red semántica, para capturar la realización de los participantes en una tarea de diseño de un producto. La técnica de la representación en forma de red semántica fue mucho más productiva que la entrevista estructurada, aunque requirió un poco más de tiempo. Rohrer (2000) analizó la validez convergente y discriminante de tres técnicas de elicitación del conocimiento, dentro de las técnicas conceptuales, una tarea de relación de palabras, una tarea de relaciones semánticas y una tarea de ordenación de conceptos. Sus resultados indicaron sólo una validez convergente moderada de las tres técnicas.

Muchos trabajos actuales se dirigen a integrar los diferentes métodos en una única medida o forma de representación. Por ejemplo, Zaff, McNeese y Snyder (1993) describen una metodología denominada AKADAM (Advanced Knowledge and Design Acquisition Methodology) que integra tres métodos diferentes, cada uno de los cuales revela una perspectiva distinta de los requerimientos del usuario e intentaron

elicitar conocimiento en forma de conceptos, reglas y diseño. Por su parte, Mengshoel (1995) describe un instrumento de reformulación del conocimiento (KRF). Este procedimiento se ilustra con el uso de la tarea de clasificación de tarjetas y la rejilla, o grid. Gaines y Shaw (1997) proponen el intercambio de información sobre diversas técnicas de análisis del conocimiento a través de las páginas web. Chao, Salvendy y Lightner (1999) emplean tres metodologías distintas, el análisis de protocolos verbales, la entrevista y la técnica de la rejilla, encontrando que cada tipo de técnica particular contribuye de forma específica a elicitar un tipo de conocimiento. A partir de estos resultados, los autores establecen, mediante una ecuación de regresión múltiple, un índice para combinar tipos de tareas, métodos de elicitación y habilidades cognitivas de los individuos.

De forma paralela a los trabajos de evaluación y comparación de los métodos existentes, se están realizando esfuerzos por establecer nuevos métodos. Como ya se ha señalado anteriormente, se están desarrollando métodos para investigar el conocimiento en equipo frente al individual (Cooke, Salas, Cannon-Bowers y Stout, (2000); Cooke, Kiekel y Helm, (2001)). También se están diseñando instrumentos para ayudar a los expertos en la generación de conocimientos, y la representación automática de los mismos (Boose y Bradshaw, 1999; Cosyn y Thiery, 2000; Shute, Torreano y Willis, 2000).

Otros métodos nuevos de análisis y representación del conocimiento tratan de derivar estructuras de conocimiento a partir de tareas más realistas que las actuales, como las respuestas dadas a un conjunto de problemas (Schrepp, 1999) o a diversas cuestiones (Cosyn y Thiery, 2000). Se ha llegado, incluso, a utilizar la técnica de las ecuaciones estructurales para la validación de constructo de los modelos mentales (Sheehan, 1999).

3.3. Memoria y conocimiento.

Los resultados de los estudios acerca de las diferencias entre expertos y noveles en la comprensión y memoria, la solución de problemas y el razonamiento, así como los estudios que inciden de forma específica en los efectos del conocimiento sobre estos procesos y resultados del pensamiento, apuntan hacia la conclusión de que el mayor rendimiento de los expertos se debe a que poseen estructuras muy bien organizadas de conocimiento, adquiridas a lo largo de periodos de aprendizaje y de la experiencia.

A partir de estos resultados se han formulado diversas hipótesis teóricas que tratan de describir y explicar cómo se organiza y representa el conocimiento en la memoria y la forma en que tales estructuras facilitan el uso del conocimiento de manera particular.

La cuestión general que se plantea ahora es la de cuales son los mecanismos y estructuras subyacentes que posibilitan que los individuos –expertos- con un mayor conocimiento, tengan un mayor rendimiento en la mayoría de los procesos y resultados relativos a la realización de tareas en las que son expertos o poseen mayor conocimiento.

Las teorías actuales sobre la expertez consideran que la habilidad de memoria de los expertos en un dominio es una de las causas

explicativas principales de la competencia. Estas teorías consideran, por lo general, la forma en la que los individuos desarrollan habilidades para mantener el rápido acceso a la información relevante situada en la memoria.

Las teorías explicativas de la mayor memoria de los expertos deben reflejar lo que se ha denominado “la paradoja del experto” (Anderson, 1990; Charness y Schultetus, 1999), esto es, si se espera un acceso más lento a la memoria cuando el tamaño de la base de datos del conocimiento aumenta, ¿cómo es que los expertos son capaces de movilizar su conocimiento tan rápidamente como lo hacen, dado que el tiempo de recuperación debe de incrementar con el tamaño del conocimiento base?. La mayor parte de las arquitecturas del procesamiento humano asumen que la información semántica se representa en algún tipo de estructura que facilita el acceso a la información almacenada. Aunque los mecanismos y en algunos casos la estructura cambian de unas teorías a otras.

Desde los primeros estudios sobre la memoria de los expertos en ajedrez (De Groot, 1946/1965) hasta la actualidad se han venido formulando diversas teorías explicativas sobre la mayor memoria de los expertos y sobre su mejor rendimiento en el dominio propio de expertez. Así, una rápida mirada hacia estas formulaciones teóricas nos lleva a identificar al menos las siguientes teorías: a) la teoría de *los agrupamientos perceptuales* de De Groot (1946) y Chase y Simon (1973); b) la teoría de las *habilidades de memoria* de Chase y Ericsson (1982); c) la teoría sobre la *memoria de trabajo a largo plazo* LTWM de Ericsson y Kintsch (1995); d) las diversas versiones de la teoría sobre los *procesos elementales de percepción y memoria* –EPAM- (Gobet, 1993; Richman y colaboradores, 1996; Simon y Gobet, 2000); y, e) la *teoría ecológica* de Vicente y Wang (1998).

3.3.1. La teoría de los agrupamientos perceptuales.

De Groot (1946) explicó sus hallazgos sobre la mayor memoria de los jugadores expertos en ajedrez por la familiaridad de los maestros con los patrones o configuraciones que aparecen frecuentemente en el juego. A diferencia de los jugadores noveles, los maestros no tenían que retener las piezas individuales en la memoria a corto plazo, sino solamente denominar una media docena de los patrones percibidos. Estos patrones se formaban mediante agrupamientos perceptivos en la memoria a largo y corto plazo.

De forma similar, Chase y Simon (1973) propusieron que la mayor memoria de los expertos para las posiciones de las piezas que se presentaban durante un breve periodo de tiempo se debió al reconocimiento de agrupamientos familiares de las piezas del ajedrez. Los agrupamientos de las piezas de ajedrez reconocidos servían como claves para producir los mejores movimientos posibles, que habían sido almacenados en la memoria anteriormente. El recuerdo casi perfecto de los maestros de ajedrez, de unas 20 piezas, se consideró que era debido al agrupamiento de estas en unos siete agrupamientos, lo que está dentro de los límites de la memoria a corto plazo.

Para Chase y Simon (1973) la habilidad del experto en ajedrez depende en su mayor parte de la vasta organización de la información específica almacenada en la memoria a largo plazo acerca de las configuraciones

del tablero de ajedrez. Estos agrupamientos de piezas de ajedrez, que Chase y Simon denominan estructuras perceptuales, se considera que están almacenados en la memoria a largo plazo como estructuras relacionales en forma proposicional (por ejemplo: posición de defensa, ataque, etc.). Aunque los principiantes pueden abstraer de lo que ven en el tablero una estructura de este tipo, para codificar una posición de las piezas, los expertos se apoyan en los contenidos de su memoria para reconocer y codificar rápidamente una posición.

Simon y Gilmartin (1973) desarrollaron un modelo de procesamiento de la información que ejemplifica la teoría del agrupamiento perceptual en forma de una simulación de ordenador. La simulación asume que los expertos en ajedrez mantienen un largo número de estructuras en la memoria a largo plazo, cada una de las cuales se corresponde con una configuración familiar de las piezas. Durante la exposición a una posición de ajedrez dada, las piezas del tablero sirven como claves que permiten a los expertos reconocer las denominaciones correspondientes a los agrupamientos existentes en la memoria a largo plazo. Estas denominaciones se recuperan en la memoria a corto plazo y se utilizan durante el recuerdo para derivar la información sobre el lugar de las piezas almacenadas en los agrupamientos existentes en la memoria a largo plazo.

Durante los años setenta, Chase y Simon (1973, 1979) profundizan en la teoría de los agrupamientos. Así, declaran que: “Los estudios previos hacen altamente posible que los maestros de ajedrez codifiquen la información en agrupamientos, pero no ofrecen métodos directos para delimitar las características de los agrupamientos o detectar las relaciones entre los componentes de un agrupamiento. Es necesaria la evidencia para descubrir cuantas piezas constituyen un agrupamiento típico, los tamaños relativos de los agrupamientos de los maestros y los jugadores más flojos de ajedrez, y cuántos agrupamientos retienen los

jugadores después de una breve visión de una posición. (Chase y Simon, 1979, pp. 56-57).

Chase y Simon (1979) establecieron dos definiciones de los agrupamientos: a) las latencias entre colocaciones sucesivas de piezas, y b) el número de relaciones relevantes entre tales piezas. Con estas medidas, los autores, se preguntaron si la superioridad de los expertos se derivaba del recuerdo de agrupamientos más amplios o de un mayor número de agrupamientos. Además, de acuerdo con la teoría, se predijo que los expertos deberían mostrar alguna superioridad en las presentaciones aleatorias de las piezas, pero los datos no sostuvieron esta predicción.

La objeción más grande a la teoría de Chase y Simon (1973, 1979) sobre los agrupamientos, proviene de los experimentos de Charness (1976), quien encontró que la interferencia producida por tareas que utilizan la memoria a corto plazo durante la tarea de memorización de las piezas del ajedrez, debería haber interferido con la capacidad de reproducir las posiciones después de la interrupción, lo que no ocurrió. Este resultado es contrario a la propuesta de la teoría de Chase y Simon (1973), referente a que los individuos almacenan la información acerca de las posiciones de las piezas únicamente en la memoria a corto plazo. De hecho, Charness (1976, 1991) mostró que los jugadores de ajedrez almacenan la información sobre las posiciones de las piezas en la memoria a largo plazo.

3.3.2. La teoría de las habilidades de memoria.

Sobre la base de los resultados anteriores, Chase y Ericsson (1981, 1982) desarrollan la teoría de la habilidad de memoria -skilled memory theory-, que postula que la memoria excepcional de los expertos puede explicarse por una codificación eficiente y la recuperación de información en la memoria a largo plazo. La teoría de la habilidad de memoria considera que en el momento de la codificación de la información, los expertos adquieren un conjunto de claves de recuperación que están asociadas de forma significativa con la información que es almacenada. En un momento posterior, puede recuperarse de la memoria a largo plazo la información deseada, empleando las claves de recuperación apropiadas. Esta habilidad se desarrolla principalmente como resultado de la práctica en un dominio particular. Chase y Ericsson (1981) demostraron que los participantes adquirían gradualmente unos esquemas en la memoria a largo plazo que denominaron "estructuras de recuperación". Según Chase y Ericsson (1982), después de un periodo de práctica extensa, empleando un conjunto estable de claves de recuperación con información significativa en el dominio, la rapidez de codificación y recuperación se considera que se aproxima a la de la memoria a corto plazo.

La teoría de la habilidad de memoria, también parece poder explicar la mayor capacidad de planificación y razonamiento de los expertos. Los análisis de la conducta de los expertos en diferentes dominios revelan que éstos se implican en actividades mentales complejas que requieren razonamiento y que descansan sobre modelos y representaciones mentales. Una de las actividades más estudiadas ha sido la de planificación de los movimientos del ajedrez. La planificación mental y la evaluación de las posibles secuencias de movimientos establecen grandes demandas a la memoria de trabajo, que pueden estar soslayadas en parte mediante los mecanismos postulados por la teoría de la habilidad de memoria para representar la información. La

necesidad de representar e integrar gran cantidad de información es común a un amplio rango de tipos de conducta experta. Así, por ejemplo, la representación interna de la información médica que se le presenta a un especialista en medicina debe ser lo suficientemente precisa para permitir una razonamiento extenso y una evaluación consistente, a la vez que ser lo suficientemente flexible para permitir la reinterpretación de la información nueva de que se dispone (Lesgold, y colaboradores, 1985; Patel y Arocha, 1999; Patel y Groen, 1991; Patel y Kaufman, 1995).

3.3.3. La teoría sobre la memoria de trabajo a largo plazo.

La teoría de la habilidad de memoria de Chase y Ericsson (1982) ha sido ampliada en la *teoría de la memoria de trabajo a largo plazo* – Long Term Working Memory (LTWM) -, inicialmente por Ericsson y Kintsch (1995) y, posteriormente, por Kintsch, Patel y Ericsson (1999), Ericsson y Delaney (1999) y Ericsson, Patel y Kintsch (2000). Esta teoría da una explicación de la forma en que las personas, especialmente las personas expertas en un dominio, son capaces de manejar las considerables demandas sobre la memoria de trabajo, frente a las bien conocidas limitaciones de la memoria a corto plazo. La teoría de Ericsson y Kintsch (1995) de la memoria de trabajo a corto plazo (LTWM) extiende las ideas básicas de la teoría de la habilidad de memoria (Chase y Ericsson, 1982) a un conjunto más amplio de

fenómenos de la memoria presentes tanto en la comprensión de textos como en la realización de los expertos. En particular, la extensión de Ericsson y Kintsch (1995) se centra en los mecanismos que permiten a los expertos soslayar la interferencia proactiva causada por el almacenamiento de información similar en la memoria a largo plazo. En la actualidad, la teoría de la memoria de trabajo a corto plazo parece constituir la teoría más amplia y consistente sobre la memoria de los expertos.

La teoría sobre la memoria de trabajo a corto plazo (LTWM) trata de unir dos mecanismos de memoria que tradicionalmente han estado separados en las teorías clásicas de procesamiento de la información, la memoria a corto plazo y la memoria a largo plazo (Ericsson y Kintsch, 1995). La memoria a corto plazo se refiere “al almacenamiento temporal de información que está siendo procesada en cualquier rango de tareas cognitivas” (Baddeley, 1986, p. 34). Denominación que cambia posteriormente por la de “memoria de trabajo”, para referirse a la “capacidad de memoria necesaria para el procesamiento concurrente de dos o más tareas” (Ericsson y Delaney, 1999, p. 257). Mientras que en la memoria a largo plazo se encuentran representados, en forma de esquemas y nodos conceptuales altamente interconectados, el conjunto de conocimientos adquiridos en un dominio a lo largo del tiempo. La idea central de la teoría de Ericsson y Kintsch (1995) es la de que la capacidad limitada de la memoria de trabajo se complementa por la memoria de trabajo a largo plazo en individuos con un alto grado de conocimiento en un dominio.

Según Ericsson y Kintsch (1995), el mecanismo para extender la memoria de trabajo se logra solamente bajo circunstancias bastante restrictivas, ya apuntadas por Chase y Ericsson (1982).

Primero, los individuos deben de ser capaces de almacenar información

de forma rápida en la memoria de trabajo; esto requiere un cuerpo amplio de conocimiento relevante y la posesión de patrones para el tipo particular de información de que se trate. Estas habilidades no sólo se observan en los expertos en tareas de memoria, sino también en otros tipos de expertos en dominios específicos.

Segundo, la actividad debe ser muy familiar a los expertos porque sólo entonces pueden anticipar de forma apropiada las demandas de recuperación de la información relevante. Cuando se cumplen las dos condiciones, es posible el almacenamiento selectivo de información en la memoria a largo plazo. La habilidad para anticipar qué información puede ser necesaria en el futuro y para mantener el acceso a la información relevante es un aspecto esencial de la realización de los expertos. Para mantener el acceso, los expertos necesitan desarrollar habilidades que les permitan codificar la información en la memoria de trabajo a largo plazo durante las actividades que realizan, de forma que la misma información pueda ser fácilmente recuperada si esta es relevante. La habilidad para anticipar las demandas de recuperación futuras de la información está unida estrechamente al desarrollo del conocimiento del dominio y a la adquisición de métodos y habilidades que median la realización superior en el dominio.

Tercero, los individuos deben de asociar la información codificada con claves de recuperación apropiadas. Esta asociación les permite activar una clave de recuperación particular en un momento posterior del tiempo y reinstaurar así las condiciones de codificación para recuperar la información deseada de la memoria a largo plazo. Cuando se organiza un conjunto de claves bajo una estructura estable, nos referimos a esta estructura como una *estructura de recuperación*.

El mecanismo basado en las estructuras de recuperación puede extenderse a la explicación de la realización experta en diversos

dominios y es uno de los mecanismos básicos de la teoría de la memoria de trabajo a largo plazo (Ericsson y Kintsch, 1995).

De forma general pues, la memoria de trabajo a largo plazo puede caracterizarse por la mediación de un esquema de recuperación en el que la información que el individuo encuentra se codifica y almacena en la memoria a largo plazo, donde se asocia con sus claves apropiadas de recuperación. En el momento del recuerdo selectivo sólo se necesita tener disponible, en la memoria a corto plazo, el nodo correspondiente a esta estructura específica, junto con la clave que especifica el tipo de información deseada.

Aunque el mecanismo de la estructura de recuperación es comúnmente aceptado, no tiene demasiado en cuenta la división entre memoria a largo y a corto plazo, se ve como algo inflexible y mecánico, y no parece aplicable en situaciones en las que se requiere la integración de la información semántica, como en la comprensión de textos (Baddeley, 1990; Ericsson y Delaney, 1999). Es por ello que Ericsson y Kintsch (1995) añaden un segundo mecanismo específico de su teoría de la memoria de trabajo a corto plazo, *la codificación elaborada*, que permite soslayar la interferencia proactiva y retroactiva en la memoria de trabajo.

Cuando los individuos necesitan mantener la información durante largos periodos de tiempo, parecen generar códigos más elaborados que las asociaciones simples postuladas por las claves de recuperación. Además, muchas actividades hacen demandas a la memoria de trabajo que requieren, a la vez, la integración de la información presentada y el acceso sostenido a ésta, como ocurre en la comprensión de textos.

Los expertos contrarrestan la interferencia mediante la generación de codificaciones elaboradas. Del mismo modo que es posible almacenar objetos en el mismo lugar de la memoria en una representación

integrada, que actúa como un modelo mental. Al igual que en la comprensión de textos, la generación de representaciones de memoria integrada es el modo normal de procesar textos sobre tópicos familiares (Ericsson y Kintsch, 1995). Además de las asociaciones directas entre la información codificada y las claves de recuperación en la memoria a largo plazo, los individuos construyen una única estructura en la que los elementos están unidos directamente por relaciones semánticas, que es parcialmente inmune a la interferencia proactiva (Ericsson y Kintsch, 1995; Kintsch, Patel y Ericsson, 1999).

En suma, la teoría de la memoria de trabajo a largo plazo incluye dos tipos de mecanismos asociativos que deberían permitir a los expertos mantener el acceso selectivo a la información relevante desde la tarea que están realizando: las claves de recuperación y las codificaciones elaboradas. Las demandas que hace una actividad dada a la memoria de trabajo dictan qué método de codificación es más probable que se escoja. Ericsson y Kintsch (1995) no establecen la forma concreta en que uno y otro método están relacionados, ni la importancia relativa de cada uno de ellos. Solamente establecen que "El método de codificación, que es bien una estructura de recuperación o una estructura de memoria elaborada o una combinación de las dos, determina la estructura de la habilidad de memoria" (Ericsson y Kintsch, 1995, p. 220).

La interrelación entre estos dos mecanismos y la elección de uno u otro ante distintas tareas ha sido tratada en trabajos posteriores en los que se establece que no se trata de mecanismos independientes ni distintos, sino más bien de diferentes tipos de asociaciones dentro de estructuras integradas de memoria en la memoria a largo plazo (Ericsson y Delaney, 1999; Ericsson, Patel y Kintsch, 2000; Ericsson y Kintsch, 2000; Kintsch, Patel y Ericsson, 1999).

La importancia relativa de estos dos tipos de mecanismos asociativos ha sido tratada posteriormente por Ericsson y Kintsch (2000), al hilo de la discusión de otra teoría, la teoría de Gobet y Simon (1996). Para Ericsson y Kintsch (2000) el mecanismo propio de la teoría de la memoria de trabajo a largo plazo consiste en la adquisición de representaciones semánticas, basadas principalmente en codificaciones elaboradas de las relaciones semánticas, que median la mayor habilidad de representación y memoria de los expertos. Este mecanismo está relacionado con la creación de nuevas estructuras en la memoria a largo plazo.

De acuerdo con la propuesta de Ericsson y Kintsch (1995), la teoría de la memoria de trabajo a largo plazo no es una capacidad generalizable, que una vez adquirida pueda complementar la memora de trabajo en cualquier actividad cognitiva. La memoria de trabajo a largo plazo se adquiere en un dominio particular para satisfacer demandas específicas a la memoria de trabajo. Los expertos tratan de aumentar de forma deliberada su realización. Esta mejora de la memoria es una consecuencia indirecta de la adquisición, refinamiento y representación de conocimientos en su dominio de competencia. Para Ericsson y Kintsch (1995), Ericsson, Patel y Kintsch (2000) es casi inconcebible que se pueda desarrollar deliberadamente la memoria de forma independiente a la ejecución relacionada con el dominio.

Esta postura es diferente a la postura tradicional sobre la memoria de trabajo, considerada como una estructura general de memoria, independiente del dominio particular donde se realiza la actividad. La propuesta de Ericsson y Kintsch (1995) no es contraria a la postura teórica tradicional sobre la memoria de trabajo, sino complementaria con ésta. La hipótesis tradicional sobre la memoria a corto plazo establece que *toda* la información relevante para la realización de una actividad de procesamiento cognitivo se mantiene activada

temporalmente de forma concurrente en la memoria. Por la que la realización de la tarea va a depender en gran medida de la capacidad del individuo para manejar a la vez esa información. La explicación de la memoria de trabajo a largo plazo propone que *una parte* significativa de la información accesible se almacena en la memoria a largo plazo y es accesible a través de claves de recuperación en la memoria a corto plazo. Aunque los resultados empíricos apoyan la segunda hipótesis en tareas de comprensión de textos (Ericsson y Kintsch, 1995, pp. 222-223), no debemos olvidar que la teoría de la memoria de trabajo a largo plazo se ha formulado para explicar la realización de los expertos, individuos que ya poseen un gran cúmulo de conocimiento con el que están familiarizados, y que como los propios autores indican "es bajo estas circunstancias restringidas bajo las cuales los individuos pueden extender los límites tradicionales de la memoria de trabajo a corto plazo" (Ericsson y Kintsch, 1995, p. 239).

Manteniéndonos dentro de los límites de la teoría de la memoria de trabajo a largo plazo, LTWM, podemos considerar que la realización de muchas tareas puede depender del balance entre ambos mecanismos, los procesos generales de memoria y los mecanismos específicos, dependiendo de los conocimientos previos y la familiaridad con la tarea que posea el individuo, así como de las demandas cognitivas que haga la tarea al sistema global de memoria.

De hecho, los resultados de los trabajos de Kintsch, Patel y Ericsson (1999) sobre el rol de la memoria de trabajo a largo plazo en la comprensión de textos, ponen de manifiesto que una versión estándar de la memoria de trabajo a largo plazo que no tenga en cuenta las variables señaladas, no puede explicar el uso de la memoria en tareas cognitivas como la comprensión de textos.

Por otra parte, Kellogg (2001) halla evidencia de que tanto la capacidad

verbal general como el conocimiento específico de un dominio afectan de forma independiente las habilidades de escritura, rechazando así el argumento de que la memoria de trabajo a largo plazo juega el papel fundamental; sin embargo, sí encuentra evidencia de que un alto grado de conocimiento en un dominio disminuye la interferencia con la realización de otras tareas, sosteniendo la hipótesis de que la memoria de trabajo a largo plazo juega un papel importante en la producción de textos escritos, aunque no el único.

3.3.4. Las teorías sobre los procesos elementales de percepción y memoria.

Las diferentes versiones de la teoría sobre los *procesos elementales de percepción y memoria* –EPAM- establecidas por Gobet (1993), Richman y colaboradores (1996), y Simon y Gobet (2000), parten de la hipótesis de los agrupamientos, formulada por Chase y Simon (1973), para explicar la realización de los expertos en el ajedrez.

La teoría original se desarrolla como un modelo computacional sobre la realización superior de los expertos en ajedrez, que se conoce como EPAM –elementary perceiver and memorizer-, propuesto originalmente por Feigenbaum y Simon (1962). Una de las asunciones básicas del modelo EPAM fue que el almacenamiento en la memoria a largo plazo de cualquier pieza de información, tal como un agrupamiento, corresponde a un proceso unitario que se puede generalizar a cualquier

tipo de material y requiere la misma cantidad de tiempo para un almacenamiento adecuado en la memoria a largo plazo.

Gobet (1993) publicó una descripción de un mecanismo computacional para simular la memoria de los expertos en ajedrez utilizando la implementación del concepto de *estructura de recuperación*, formulado por Chase y Simon (1982), que considera como una plantilla de la memoria a largo plazo dentro de la cual la información puede codificarse rápidamente.

El mecanismo de Gobet está más claramente descrito por Groot y Gobet (1996), quienes establecen que: "La idea principal con este modelo fue que los jugadores de ajedrez construyen una estructura bidimensional que es similar, isomórfica a la de un tablero de ajedrez de 64 cuadrados. Los cuadrados de esta estructura actúan como pistas [slots] para almacenar las piezas del ajedrez o los agrupamientos [chunks]" (Groot y Gobet, 1996, p. 118).

Unos pocos años más tarde, Richman, Staszewski y Simon (1995) y Richman, Gobet, Staszewski y Simon (1996), publican su modelo EPAM-IV para la simulación de la memoria de dígitos por un experto. La novedad principal en este nuevo modelo es la presencia de las estructuras de recuperación con sus pistas o hendiduras [slots] rápidamente rellenables y la asociación de estas pistas con agrupamientos aprendidos en la memoria semántica. Sólo se podían almacenar tipos específicos de información en estas pistas, de forma que un esquema con pistas para números no podía almacenar letras y viceversa.

El modelo de Richman y colaboradores (1995) se sustentó sobre estructuras específicas de recuperación, consistentes en una lista de pistas donde los dígitos individuales podían almacenarse directamente. Sin embargo, estas estructuras de recuperación fueron rechazadas

como una explicación válida de la mayor memoria de los expertos por Gobet y Simon (1996), quienes propusieron una versión modificada que denominaron plantillas [templates].

Sin embargo, tanto las estructuras de recuperación como las plantillas descansan sobre pistas [slots] para almacenar elementos individuales. La idea de que los elementos individuales pueden almacenarse de forma independiente de asociaciones significativas con otros elementos en duraciones fijas de tiempo, ha sido rechazada explícitamente por varios autores (Chase y Ericsson, 1981, 1982; Ericsson y Kintsch, 1995, 2000). Los resultados empíricos obtenidos por Staszewski (1993) muestran que el individuo participante en su estudio codificó los dígitos en grupos de 3 ó 4 como un agrupamiento organizado, significativo, lo que parece inconsistente con el modelo de simulación de Richman y colaboradores (1995) que permitió la codificación de un dígito cada vez en las pistas [slots] de las estructuras de recuperación sin una codificación semántica anterior.

La cuestión que sigue planteada aquí es la de qué mecanismo asociativo se considera más importante, las *estructuras de recuperación*, que permiten la codificación y recuperación de estímulos individuales y de forma independiente a los demás, o las *estructuras de codificación elaborada*, de carácter semántico, que permiten la codificación de la información en estructuras jerárquicas y en nuevas esquemas de carácter abstracto y semántico. Las teorías como las de Gobet y Simon (1996) defienden el predominio de mecanismos como los de las estructuras de recuperación que son capaces de explicar la codificación y recuperación de los elementos individuales. La teoría de la memoria de trabajo a largo plazo, LTWM, aunque considera la presencia de ambos mecanismos y la necesidad de establecer las relaciones precisas entre ellos, parece dar preponderancia a los mecanismos de elaboración de la información durante la codificación (Ericsson y Kintsch, 1995;

Ericsson y Kintsch, 2000).

La activación de mecanismos de elaboración de la información durante la codificación, más bien que la activación de claves específicas de recuperación de la información, puede explicar el hecho, observado repetidamente en los estudios sobre la competencia experta en el campo médico, de que los médicos expertos recuerden menos información que los médicos principiantes o los estudiantes de los últimos cursos de carrera, sino que la información recordada por los expertos sea la más relevante, significativa y abstracta (Patel y Arocha, 1999; Patel, Groen y Frederiksen, 1986).

Ericsson y Kintsch (2000) rechazan la propuesta de Gobet y Simon (1996) y defienden la capacidad de la teoría de la memoria de trabajo a largo plazo para codificar y asociar piezas adicionales a una configuración compleja que deberá estar basada principalmente en relaciones semánticas entre piezas, mejor que en localizaciones espaciales fijas (por ejemplo, “slots”). En todo caso, sería deseable una convergencia de los dos acercamientos en cuanto ello posibilitaría la integración de los dos mecanismos asociativos postulados para la codificación y recuperación de información en la memoria, los elementos individuales y las relaciones abstractas.

3.3.5. La teoría ecológica.

Una característica fundamental de las teorías actuales sobre la expertez, señalan Vicente y Wang (1998) es que son teorías *de proceso*. Esto es, están dirigidas a responder la cuestión de cómo o mediante qué mecanismos psicológicos y estructuras de conocimiento, se producen los efectos de la expertez. Sin embargo, es posible, según estos autores, formular una teoría del mismo fenómeno en un nivel de análisis diferente: una teoría *del producto* o una teoría del input-output que provea una explicación funcional del fenómeno, pero que no remita a un mecanismo psicológico particular.

Aunque ambas perspectivas pueden ser complementarias, es necesario, según Vicente y Wang (1998) tener primero una explicación adecuada del producto, y de los condicionantes del mismo en términos de las características del estímulo –tarea- que se le presenta al individuo, en línea con la teoría ecológica de la percepción de J.J. Gibson (1966). Una de las conclusiones principales de las teorías de la expertez, según los autores, es que cuando se presenta a los participantes en estos estudios material “natural” para que lo aprendan, los expertos recuerdan más que los noveles, pero cuando el material es aleatorio, el recuerdo de los expertos es similar al de los noveles. Sin embargo, para Vicente y Wang (1998) el término natural no es nada claro y no sirve para establecer cuándo podemos esperar un mejor rendimiento del experto. Por otra parte, existen varios experimentos que muestran que la magnitud de los efectos de la expertez en tareas de recuerdo puede variar significativamente en función de las manipulaciones de la tarea, incluso cuando se presenta material significativo o no aleatorio. Sin embargo, señalan Vicente y Wang (1998), estas diferencias observadas en el rendimiento no pueden explicarse por las actuales teorías de la expertez.

En su trabajo, Vicente y Wang (1998) proponen una teoría del input-output, basada en las teorías ecológicas de la percepción y de la adquisición de habilidades, que incluya tanto el análisis de la estructura

del ambiente, esto es de los estímulos que constituyen la tarea o el problema a resolver y la conducta, -producto-, de la persona .

Una teoría del producto se plantea un conjunto de cuestiones distintas a una teoría del proceso. La teoría del producto trata de responder a las tres cuestiones siguientes: 1) ¿Cómo se representan los condicionantes o restricciones que el ambiente (la tarea o el dominio de problemas particular) coloca sobre la expertez?. 2) ¿Bajo qué condiciones tendrá el experto ventaja?, y 3) ¿Qué factores determinan lo amplia que será esta ventaja?. Mientras que una teoría del proceso trata de establecer qué mecanismos psicológicos y estructuras de conocimiento son responsables de las ventajas observadas en el experto.

El supuesto principal de la teoría del producto, que estamos describiendo, es que la conducta experta sólo se manifiesta cuando hay condicionantes que son relevantes para el objetivo; esto es, relaciones que son pertinentes en el dominio, que los expertos pueden explotar para estructurar los estímulos. Cuantos más condicionantes disponibles, mayor será la ventaja del experto. Los estímulos totalmente aleatorios no tienen condicionantes, que sean relevantes para el logro del objetivo en ningún dominio particular, por lo que no debe esperarse ninguna ventaja del experto. Para manifestar su ventaja potencial, los expertos deben estar en onda o conectados con (be attuned), esto es, deben de atender los condicionamientos en cuestiones relevantes para el logro del objetivo. Si ellos no reparan en esta información, entonces no es esperable ventaja del experto. A esta formulación es lo que denominan los autores hipótesis de atención a los condicionantes (*constraints attunement hypothesis*).

La identificación y descripción de los condicionantes (o relaciones pertinentes en el dominio) en el ambiente, relevantes para el logro de un objetivo en un dominio particular de expertez, es un paso necesario para que la hipótesis anterior tenga potencia predictiva o explicativa. Si la

teoría del proceso utiliza preferentemente el análisis de la tarea, para describir la actividad psicológica de realización de la tarea, la teoría del producto describe la tarea en términos de los condicionantes que restringen la realización de la misma, o representa el dominio del problema, objeto de aquella actividad, en términos de esos mismos condicionantes. Esto es, en la teoría del producto el análisis del problema se realiza en términos de las dimensiones del estímulo –tarea o problema a resolver- y no de los procesos psicológicos implicados en la realización de los mimos.

Para describir o representar el dominio del problema en términos de los condicionantes o restricciones que el ambiente impone a la solución del mismo, Vicente y Wang (1998) proponen el uso de "jerarquías de abstracción" que permitan definir los condicionantes relevantes para un objetivo dado y para un problema perteneciente a un dominio determinado. La ventaja principal de esta jerarquía, con relación a otros tipos de jerarquías utilizadas en la descripción de las tareas, es que provee un marco para desarrollar una descripción jerárquica de los condicionantes relevantes a la consecución de un objetivo para un domino de problemas determinado. Mientras que las relaciones entre niveles en otros tipos de representaciones no están relacionados de manera explícita con los propósitos del sistema. Por lo general, en una representación de una jerarquía de abstracción, cada nivel de la jerarquía impone nuevas restricciones para el logro del objetivo, por lo que la conducta experta ha de manifestarse en mayor medida ante tareas o problemas que supongan la consecución de ese nivel alto de objetivos.

Un ejemplo de este tipo de descripción es el que realizan Vicente y Wang (1998) sobre el juego del béisbol, en términos de una jerarquía de restricciones relevantes al objetivo final de ganar el juego. Los condicionantes para alcanzar el objetivo final se sitúan en una jerarquía que incluye, desde el nivel más bajo al nivel más alto de la misma, a los

jugadores, las funciones, las tácticas, las estrategias y el propósito final. En el nivel más bajo, los jugadores, existen restricciones sobre el número y posición de los jugadores que constituyen el equipo. Hay además ciertas configuraciones que no están permitidas por las reglas del juego (por ej., tener más de nueve jugadores en defensa). Por tanto, el nivel de los jugadores coloca una cantidad mínima de restricciones en el juego del béisbol. En el segundo nivel, las funciones, las restricciones surgen de las funciones legales que pueden realizarse, como lanzar, correr, etc. Dadas las reglas del juego, hay sólo un pequeño número de funciones básicas. El nivel de la táctica añade otra capa de restricciones, que pueden estar presentes en una táctica ofensiva, defensiva, etc. El próximo nivel de restricción está en las estrategias que incluyen tanto las reglas del juego y las tácticas generales, como otras actividades destinadas a lograr ganancias parciales. Finalmente, en el nivel del propósito hay un conjunto reducido de propósitos significativos, tales como jugar con un estilo u otro de juego, arriesgado o conservador, pero el propósito final es siempre ganar. Una vez que el nivel más alto de la jerarquía supone tener en cuenta más restricciones, este será el nivel en el que se manifiesten de forma más clara las diferencias entre expertos y noveles.

Vicente y Wang (1998) revisan, además, la evidencia empírica existente en 10 estudios representativos de este campo, que contradice en algunos casos, según los autores, la hipótesis de las teorías de proceso, y está de acuerdo con la hipótesis de la atención a los condicionamientos del problema, establecida por los autores.

Un ejemplo de ello lo encuentran los autores en el estudio de Coughlin y Patel (1987), quienes realizaron un experimento de recuerdo en el dominio del diagnóstico médico con estudiantes de medicina –noveles-, y médicos expertos en el dominio, que tenían que diagnosticar dos casos clínicos distintos, uno de endocarditis y otro de artritis. El caso de endocarditis se consideró poco común pero más familiar, mientras que el de artritis se

consideró común, pero menos familiar. Estos casos se presentaron además de forma aleatoria y de forma estructurada, aunque conteniendo exactamente la misma información. Los participantes tuvieron que recordar escribiendo el texto de la versión aleatoria y estructurada, y dar un diagnóstico para cada caso.

Los resultados obtenidos por Coughlin y Patel (1987) replicaron los hallazgos clásicos de la literatura sobre la expertez, especialmente la relativa a la conducta experta en el ajedrez: Hubo un efecto de la expertez para el caso normalmente estructurado y ordenado, pero no para la versión ordenada aleatoriamente. Sin embargo, cuando se examinó cada caso por separado, se encontró que, en el caso de la artritis, los expertos lo hicieron mejor tanto en la situación normalmente ordenada como en la situación aleatorizada. Lo cual no está de acuerdo con las predicciones de las teorías al uso.

Para Vicente y Wang (1998), la explicación de este segundo resultado no es consistente con ninguna de las teorías sobre las características de memoria de los expertos, y además "contradice explícitamente la teoría de la memoria de trabajo a largo plazo (Long-Term-Working-Memory), LTWM, formulada por Ericsson y Kintsch (1995).

La razón de este hecho se encuentra, según Vicente y Wang (1998), en que los síntomas del caso de endocarditis tienen un orden temporal específico asociado con ellos, mientras los del caso de artritis no lo tienen. Por tanto, el orden es una restricción o condicionamiento relevante, para los síntomas de la endocarditis pero no para los de la artritis. La hipótesis de la atención a los condicionantes del problema, formulada por los autores, debería por consiguiente predecir el efecto normal de la expertez para la versión ordenada normalmente de ambos casos. Sin embargo, las predicciones para los casos aleatorizados difieren para las dos enfermedades. En el caso de la endocarditis la aleatorización del orden de

la información debe destruir el orden temporal del proceso inherente en la enfermedad. Desde la perspectiva de la hipótesis mencionada, se eliminó una restricción o condicionante crítico, por lo que se debería esperar una reducción significativa del efecto de la expertez como resultado de ello. En el caso de la artritis, el orden temporal no es un condicionante, por lo que debería esperarse un efecto de la expertez como en el caso normalmente ordenado, a pesar del hecho de que la información se presente de manera aleatoria.

La respuesta a las nuevas propuestas de Vicente y Wang (1998) no se hacen esperar. Por una parte los autores de la teoría de la memoria de trabajo a largo plazo, LTWM, (Ericsson, Patel y Kintsch, 2000; Ericsson y Kintsch, 2000) y, por otro, los de la teoría EPAM -elementary perceiver and memorizer-, (Simon y Gobet, 2000).

Ericsson, Patel y Kintsch (2000), comienzan señalando que consideran su teoría acerca de cómo adquieren los individuos habilidades para mantener acceso a la información relevante en la memoria de trabajo a largo plazo (LTWM) en un amplio rango de diferentes tipos de realización experta, consistente con los esfuerzos de la psicología ecológica por explicar la adquisición de las habilidades.

Ericsson, Patel y Kintsch (2000) también refutan las conclusiones de Vicente y Wang (1998) sobre la incapacidad de la teoría de la memoria de trabajo a largo plazo, LTWM, para explicar los resultados encontrados por Coughlin y Patel (1987), sobre la base de que la interacción entre tipo de enfermedad, endocarditis y artritis, y formato de presentación, ordenado o aleatorio, no llega a ser estadísticamente significativa, por una parte; y por otra, que estos resultados sólo muestran la habilidad de los expertos para codificar y organizar la información relevante en la memoria de trabajo a largo plazo, incluso cuando el orden de presentación no se ajusta al formato estándar. Lo cual es consistente con la teoría de

Ericsson y Kintsch (1995).

La respuesta de Simon y Gobet (2000) a las críticas de Vicente y Wang (1998) también es de rechazo. Simon y Gobet (2000) consideran que la hipótesis de la *dirección de la atención hacia los condicionantes*, que según sus autores predice una ventaja en la memoria de los expertos en los casos en que estos atienden a los condicionantes relevantes al objetivo en el material a recordar y que cuantos más condicionantes estén disponibles, mayor puede ser la ventaja de los expertos, no explica los resultados que pretende, además de que estos resultados han sido ya explicados por las teorías de proceso formuladas hasta ahora.

3.4.Ventajas y desventajas de un mayor conocimiento.

La gran mayoría de estudios revisados sobre la competencia experta ponen de manifiesto la importancia del conocimiento para el logro de una realización consistentemente superior. Existe una literatura extensa sobre los beneficios de la expertez, que muestra que, al menos, parte de las diferencias entre las personas expertas y noveles se encuentra en la cantidad de conocimiento que poseen relativo a un dominio específico.

Sin embargo, también se han apuntado, tanto desde perspectivas teóricas como desde algunos resultados empíricos, algunos costes de la expertez caracterizada por la gran cantidad de conocimiento en un dominio. Un mayor conocimiento no es siempre garantía de una mejor

realización. Charness y Schultetus (1999) identifican problemas potenciales asociados con incrementos en el conocimiento para el acceso, adquisición y la persistencia de la información. Para que el conocimiento sea útil, debe ser rápidamente accesible. Y podría pensarse que conforme aumenta el tamaño del conocimiento base, el acceso a ésta sea más lento. Sin embargo, no parece ocurrir realmente esto, dando lugar a la denominada "paradoja del experto" (Anderson, 1990; Charness y Schultetus, 1999). La arquitectura del sistema cognitivo, y la forma en que se almacena la gran cantidad de conocimiento del experto, con gran cantidad de conexiones entre las unidades de información, parece facilitar más que dificultar el acceso a esa información.

Nelson y colaboradores (2003), recogen que las personas establecen conexiones entre palabras cuando interaccionan con ellas en el mundo, en una gran diversidad de contextos. A través de la experiencia, las palabras relacionadas se autoorganizan en extensas unidades organizativas. Esas unidades proporcionan información significativa a la que se puede acceder, proporcionando por ejemplo información sobre lo que se conoce de un fenómeno al que se enfrenta, consiguiendo un acceso rápido y eficiente a la base general del conocimiento previo relacionado con el evento.

En cuanto a la adquisición del conocimiento, podría pensarse que cuanta más información posee un individuo, más difícil es adquirir nueva información, debido a lo que se denomina interferencia proactiva; sin embargo, dada la forma altamente interconectada de la información existente, esta información se convierte en un esquema de asimilación que facilita la integración y la comprensión de nueva información. Conocer más hace que adquirir nueva información sea más fácil.

Charness y Schultetus (1999), plantean el problema de lo que ellos

denominan persistencia de la información, que está relacionado con la transferencia. Existen ejemplos, proporcionados por autores de la Gestalt, de efectos negativos de la persistencia de un conocimiento, o estrategia, a la hora de enfrentar la adquisición de un conocimiento nuevo o la solución de un problema, lo que denominaron "fijeza funcional" (Dunker, 1945).

Más recientemente, se ha planteado la cuestión de los posibles efectos negativos del conocimiento, al hilo de la discusión de los beneficios y costos de la expertez (Sternberg y French, 1992); así como dentro de las discusiones sobre la relación del conocimiento con la creatividad (Simonton, 1984, 2000; Weisberg, 1999).

Para Sternberg y Frensch (1992) la competencia experta en un dominio tiene tanto beneficios como costos para la persona que la posee. Los expertos realizan actividades que los no expertos no pueden hacer de forma automática. Lo que es fácil para un experto es difícil para un novel, debido a que el experto ha automatizado muchos procesos, estrategias y pautas de acción. La persona novel tiene menos recursos libres para procesar la información relevante y de más alto nivel, debido a que el experto ha automatizado el procesamiento de la información de nivel más básico. De esta forma, el experto no sólo conoce más, sino que también puede aprender más potencialmente, una vez que tiene libres más recursos de tipo general para tratar con la novedad que representa un nuevo conocimiento, problema o situación.

Sin embargo, la expertez también conlleva sus costos. Las dificultades que se le plantean a un experto surgen cuando se producen cierto tipo de cambios en un dominio. Sternberg y Frensch (1992) ponen como ejemplo el caso de un cambio de paradigma en ciencia que modifica una metodología cuantitativa de investigación por otra cualitativa, o los cambios tecnológicos en las industrias que obligan a sustituir unas

tareas por otras nuevas. Un problema frecuente para los expertos es el de permanecer siéndolo en un mundo que cambia tan rápidamente. En el ámbito cognitivo, la ventaja que tienen los expertos en automatización del procesamiento de la información, puede producirse a expensas de la flexibilidad del experto para adaptarse a problemas nuevos. De forma paradójica, aunque el experto puede tener más recursos de procesamiento disponibles para enfrentarse con la novedad que tiene el novel, puede ser que el novel sea capaz de trabajar mejor con esta novedad, debido a su menor experiencia previa con un tipo particular de problemas.

Sternberg y Frensch (1992) informan de tres experimentos propios en los que ponen a prueba la hipótesis de que los expertos en un dominio dado deberían, por lo general, ser más vulnerables a las modificaciones de las demandas de la tarea, que los no expertos. La tarea experimental consistió en 12 partidas simuladas en un ordenador del juego del "bridge". La mitad de los juegos se realizaron bajo condiciones normales y la otra mitad bajo tres situaciones distintas que diferían en el grado en que se cambiaban las condiciones normales del juego. Los resultados para las condiciones normales de juego mostraron resultados similares a los estudios sobre la expertez, y en concreto a los de otros estudios relativos al juego del bridge (Charness, 1979), con los expertos respondiendo más rápido y mejor que los no expertos, además de codificar la información significativa de forma más exacta que los no expertos. Sin embargo, los resultados para las situaciones que diferían considerablemente de las condiciones normales de juego, mostraron que los expertos se vieron más afectados que los no expertos.

En conjunto, los resultados del trabajo de Sternberg y Frensch (1992) mostraron que los expertos que habían automatizado sus estrategias de solución eran menos flexibles que quienes no lo habían hecho. Los expertos se vieron más afectados que los noveles cuando cambiaron las

demandas de la tarea. En segundo lugar, los expertos fueron menos flexibles cuando trataron con modificaciones de la tarea que eran incompatibles con la estructura de su conocimiento, que cuando trataron con cambios que eran compatibles. De hecho, los expertos se vieron más afectados por los cambios en las reglas más profundas, mientras los no expertos se vieron afectados por los cambios en las reglas superficiales del juego. En tercer lugar, todos los participantes fueron capaces de ajustarse a las nuevas demandas de la tarea, después de un periodo de práctica en la misma, algo que ocurre en la mayoría de los estudios sobre la expertez. Por último, como los mismos autores señalan (Sternberg y Frensch, 1992), estos resultados pueden analizarse también con relación a una conceptualización de la inteligencia general como capacidad para tratar con situaciones nuevas, frente a la concepción de la expertez como habilidad para tratar con contenidos o actividades pertenecientes a dominios específicos de contenido.

En línea con los trabajos anteriores, Lewandowsky y Kirsner (2000) estudian las limitaciones de la realización de los expertos. Estos autores presentan dos experimentos en que un grupo de expertos predijo la dirección de fuegos en el bosque, sobre un mapa y bajo una serie de circunstancias que afectaban la propagación del fuego, como el tipo de terreno, la dirección del viento, etc. Aunque la exactitud en las predicciones fue bastante alta, se cometieron considerables errores cuando dos predictores principales llevaron a predicciones teóricas contrapuestas. En un segundo experimento, la realización de los expertos se vio más afectada por el contexto del problema, que la de los expertos. En un contexto, los expertos cometieron errores, mientras que en el otro hicieron predicciones correctas, a pesar de que las condiciones físicas se mantuvieron idénticas. Además, las predicciones erróneas de los expertos en un contexto no se debieron a que los

cambios introducidos supusieron un cambio de dominio, sino a que se manipuló el contexto dentro del mismo dominio.

Estos resultados pueden interpretarse, según los autores, si se considera que los expertos utilizan diferentes formas, previamente aprendidas y practicadas, de resolver problemas en contextos diferentes. Esto es, el conocimiento experto está dividido en parcelas independientes dependiendo del contexto en el que se han aprendido y practicado. La expertez está unida al contexto en que se adquiere y utiliza, sin estar necesariamente relacionada con el conocimiento preexistente o el conocimiento similar adquirido en otros contextos, otra muestra de la falta de flexibilidad del conocimiento experto.

Esta interpretación es contraria a la asunción comúnmente establecida en los estudios que hemos revisado de que el conocimiento experto está altamente integrado, conectado y articulado (Bèdard y Chi, 1993; Glaser, 1996). Según la "hipótesis de la partición del conocimiento", es posible que el conocimiento se mantenga integrado dentro de cada parcela, pero existen en el experto parcelas de conocimiento que se mantienen separadas dependiendo del contexto de adquisición y uso en el que se han generado.

Esta interpretación es semejante a la teoría de la encapsulación del conocimiento (Schmidt y Boshuizen, 1993; Van de Wiel, Boshuizen y Schmidt, 2000) desarrollada dentro del estudio de la conducta experta en el campo de la medicina, según la cual el conocimiento se almacena progresivamente en paquetes separados de diferente nivel de generalidad.

De forma similar, la "hipótesis de los dos mundos", establecida por Patel, Evans y Goren (1989) acerca de la separación del conocimiento clínico y el conocimiento biomédico en los médicos expertos, también parece estar en línea con los resultados de Lewandowsky y Kirsner

(2000).

La cuestión de fondo que parece plantearse en estos trabajos es la de la transferencia y sus relaciones con la expertez, un tema poco estudiado, ya que después de todo la generalización más común de la investigación sobre la competencia experta es que ésta es específica de unas tareas y de un dominio concreto. Kimball y Holyoak (2000) abordan específicamente el tema de la transferencia y la expertez en el contexto de una amplia discusión de ambos campos. Los autores distinguen entre dos tipos de expertez: la expertez rutinaria y la expertez adaptativa, en función de las variaciones en la generalidad del transfer.

La diferencia clave entre expertos "rutinarios" y "adaptativos" es la mayor capacidad de estos últimos para transferir el aprendizaje a nuevas tareas dentro y más allá del dominio inicial. De forma más precisa, la característica fundamental entre los expertos rutinarios y los expertos adaptativos se encuentra en el tipo de representación más abstracta que tienen estos últimos (Kimball y Holyoak, 2000). Los expertos que representan la información de forma más profunda y abstracta muestran mayor flexibilidad para transferir su conocimiento a nuevas situaciones (Ericsson, 1999; Gott y colaboradores, 1993).

Como hemos señalado antes, en el campo de la expertez legal se ha observado que la expertez es propia de ámbitos concretos y que las experiencias en escenarios diversos, como pueden ser distintas empresas, es crucial para el desarrollo de la expertez adaptativa, dado que de esa forma se tiene más oportunidad de abstraer un esquema aplicable a problemas generales de las empresas (Marchant y Robinson, 1999).

El grado de transfer, concluyen Kimball y Holyoak (2000), está en función conjunta de si las condiciones de codificación permiten la abstracción de reglas suficientemente generales para cubrir ambas

tareas; si las dos tareas comparten características superficiales o estructurales; si se emplea un procesamiento similar en las tareas; y si las experiencias anteriores afectan la percepción de las tareas.

En todo caso, desde el punto de vista instruccional, es posible favorecer la transferencia, bien desarrollando esquemas específicos bien adquiridos pero sobre una variedad de ejemplos, situaciones y variaciones distintas de una tarea, en un dominio (Kimball y Holyoak, 2000); bien, ofreciendo a los individuos instrucciones o esquemas integradores que resumen y relacionan los procesos de solución de distintas tareas en un dominio (Lewandowsky y Kirsner, 2000). Baroody y Dowker (2003) plantean que para el desarrollo de la expertez adaptativa es fundamental el uso flexible y creativo de estrategias.

Por otra parte, el estudio de las relaciones entre *el conocimiento y la creatividad* (Simonton, 1984, 2000; Weisberg, 1999), nos lleva de nuevo a la cuestión de los beneficios y costos del conocimiento.

En un estudio reciente, Jonson (2003) también analiza las habilidades de retención y transferencia y sus relaciones con la expertez.

El papel beneficioso o perjudicial que tiene una mayor cantidad de conocimiento sobre la creatividad constituye un tema crítico que confronta a las teorías sobre el pensamiento creativo. Una breve revisión del tema desde la perspectiva histórica (Weisberg, 1999) nos lleva a identificar distintas concepciones. Por una parte, la visión más tradicional mantiene que el conocimiento tiene un efecto perjudicial sobre la creatividad. Así, autores como Williams James enfatizaron la influencia negativa del hábito sobre el pensamiento creativo. Una postura similar mantuvieron los psicólogos de la Gestalt, quienes propusieron la distinción entre conocimiento creativo y reproductivo. Guilford (1950) también distinguió entre pensamiento convergente y divergente. De Bono (1968) consideró, de igual manera, que:

“Demasiada experiencia en un campo puede restringir la creatividad” (De Bono, 1968, p. 228). Y Amabile (1989) concluye en forma similar.

Una perspectiva ligeramente distinta a medio camino entre los defensores y los detractores del conocimiento en el pensamiento y las producciones creativas es la que mantiene Simonton (1984), quien establece que existe una relación de U-invertida entre conocimiento y creatividad, de manera que la máxima creatividad se manifiesta en un rango medio de conocimiento. Además, para este autor (Simonton, 1984, 1997), la creatividad puede explicarse por un proceso muy general de variación a ciegas y retención selectiva, que asemeja la teoría de la evolución de Darwin. La ocurrencia de logros verdaderamente creativos es rara y no está relacionada con los logros anteriores, por lo que difícilmente puede explicarse por los efectos de la acumulación de conocimientos y práctica a lo largo del tiempo.

Desde la teoría de la expertez, se ha considerado la creatividad como el resultado final de un largo periodo de formación y práctica deliberada en un dominio (Ericsson, Krampe y Tesch-Römer, 1993; Ericsson y Lehmann, 1996; Ericsson, 1999). Según estos autores los individuos que hacen contribuciones sobresalientes en un dominio particular de expertez evidencian una dedicación y una práctica extensa en ese dominio. Como se reconoce por diversos autores, en casi todos los estudios tanto cuantitativos como cualitativos se cumple la llamada “regla de los 10 años”, tiempo necesario de formación intensa y estudio independiente para alcanzar un nivel de reconocimiento considerable (Bloom, 1985; Ericsson, y colaboradores, 1993; Gardner, 1993; Hayes, 1989; Weisberg, 1999). Durante este periodo, denominado “silencioso” el individuo está adquiriendo conocimientos y habilidades para destacar en el dominio. Para Ericsson y colaboradores, los niveles más altos de logro están casi siempre asociados con la creación de nuevos métodos y productos (Ericsson, 1999; Ericsson y colaboradores, 1993; Ericsson y

Lehmann, 1996). De forma que se requiere haber alcanzado un nivel alto de expertez –y por tanto de conocimiento- en un dominio para lograr productos creativos. Es en estos altos niveles de expertez donde las personas expertas van más allá del conocimiento compartido con los demás expertos y hacen contribuciones originales, como puede ser el caso de los premios Novel. Cuando los individuos alcanzan un nivel que les permite hacer contribuciones independientes en ese dominio es cuando se espera que hagan contribuciones originales, y esto sólo ocurre en los niveles altos de expertez. De forma más general, existe una relación entre experiencia acumulada o práctica y logro creativo que es una función positiva y monotónica de la práctica.

Ericsson (1999) se muestra, por tanto, contrario a las propuestas de Simonton (1984, 1997) de que demasiada práctica puede perjudicar la creatividad; de la misma forma que se opone a que la creatividad genuina obedezca a una "variación ciega", consistente en una secuencia caótica de aciertos y errores, de éxitos y fracasos; lo que es contrario al control y la dedicación que manifiesta el experto.

La revisión de Weisberg (1999) sobre la relación entre conocimiento y creatividad llega a la conclusión básica de que el conocimiento extenso en un dominio es un prerrequisito para el funcionamiento cognitivo. El autor aporta varios ejemplos de la importancia del conocimiento y la práctica previa para la creatividad. Así, según Weisberg (1999) Mozart comenzó a componer muy pronto, pero no hizo sus contribuciones verdaderamente creativas hasta pasados los 20 años. El desarrollo de las habilidades de improvisación en el jazz, se realiza sobre el conocimiento y la experiencia previa de los músicos. La producción creativa de los Beatles, incluso, se produjo a expensas de la dedicación y la práctica extensa. En suma, todos estos estudios muestran que los años de inmersión en una disciplina, predicen la capacidad para producir nuevos trabajos. Ahora bien, concluye el autor: "El hecho de

que sea necesaria una gran cantidad de práctica en un dominio específico para el desarrollo de la creatividad, no significa que la práctica sea suficiente. El conocimiento es necesario pero no suficiente para el logro creativo" (Weisberg, 1999, p. 248). Lo que se necesita, sigue señalando el autor, es establecer la forma precisa en que el conocimiento y la práctica afectan el pensamiento creativo.

Vincent, Decker y Mumford (2002) emplean técnicas de modelo causal para examinar las relaciones entre la inteligencia, la expertez y el pensamiento divergente en la solución de problemas creativos. En el estudio se observó una gran correlación entre la inteligencia y el pensamiento creativo, pero cuando se tuvieron en cuenta los efectos causales de la inteligencia y la expertez, la inteligencia solo tuvo un efecto directo moderado sobre el pensamiento divergente. El uso exitoso de las habilidades de pensamiento divergente en la generación de ideas puede depender de la adquisición previa de un cuerpo de conocimientos suficiente para permitir la generación de alternativas viables. Las habilidades de pensamiento divergente y la expertez puede emerger como resultado de influencias múltiples, incluyendo entre otras variables la inteligencia. De modo resumido, los autores encontraron que el pensamiento divergente ejerció efectos únicos en la solución de problemas creativos que no podían ser atribuidos a la inteligencia o a la expertez. Además, la inteligencia y la expertez también contribuyeron a la solución de problemas creativos.

Uno de los estudios más completos de la relación entre el conocimiento y la práctica previa sobre la producción creativa, es el de Simonton (2000), en el que se examina la evidencia empírica de la teoría del desarrollo creativo como expertez adquirida, y su propia teoría sobre la relación entre conocimiento y creatividad. Para ello se analizaron las carreras creativas de 59 compositores de música clásica de acuerdo con el éxito diferencial de sus 911 óperas. Los predictores fueron siete

medidas de experiencia relevante en el dominio: años acumulados (desde las primeras operas, primeras composiciones, y primeras lecciones), y productos acumulados (género específico de las óperas, todas las óperas, todas las composiciones vocales y todas las composiciones). Los datos se analizaron empleando una serie de análisis de regresión múltiple de tipo jerárquico y de interacción entre calidad de las composiciones con las variables predictoras, así como mediante pruebas explícitas de las tendencias, monotónicas o no, de las curvas de adquisición de la expertez.

Los resultados mostraron que los datos concedieron considerable apoyo a la hipótesis que considera el desarrollo creativo como expertez adquirida. Las experiencias relevantes en un dominio fueron el factor más importante para predecir el logro creativo. El impacto estético de la ópera de un compositor se predijo entre el 14 y el 20% sobre la base de la experiencia acumulada dentro del dominio de la música. Este grado de poder explicativo es muy alto cuando se compara con estudios previos sobre el mismo tema. Por tanto, la expertez adquirida en un dominio no puede considerarse una influencia despreciable

Sin embargo, señala el autor, las ecuaciones de predicción no funcionan de la forma en la que podía anticiparse por los estudios anteriores sobre la adquisición de la expertez. Ello se debió, primeramente, a que las tendencias en el desarrollo estuvieron sólo en línea con lo esperado. Sólo en un caso estuvo el éxito relacionado de forma positiva y monotónica con la expertez acumulada: cuanto mayor fue el número de años que un compositor estuvo creando óperas, mayor fue su éxito. Todas las demás medidas tuvieron una relación no-monotónica. Un ejemplo es el número de años acumulados desde las primeras composiciones del autor, que asemeja una relación de U-invertida con el éxito. Parece haber un nivel óptimo de experiencia en la composición que hace más probable la creatividad. Este tipo de relación

en U-invertida pone de manifiesto que la expertez puede a veces disminuir la creatividad.

Otro resultado que no parece estar del todo de acuerdo con la hipótesis de la creatividad como expertez adquirida, aunque desde nuestro punto de vista tampoco la contradice, fue el hecho de que aunque los compositores que escribieron mejores óperas fueron aquellos que estuvieron componiendo óperas durante un mayor número de tiempo, el número real de óperas acumuladas tendió a tener un efecto perjudicial. Aunque esto contradice a primera vista los resultados tradicionales de que no es tanto la experiencia como la práctica real lo que cuenta, ello puede deberse al efecto de la práctica distribuida mejor que a la masiva. Además de que es difícil determinar lo que hicieron los compositores durante el periodo de tiempo existente entre las composiciones. No se debe caer en el error conductista de equiparar la práctica, únicamente, con el ejercicio real de una conducta.

Por último, Simonton (2000) obtuvo otro resultado que tampoco parece estar del todo de acuerdo con la hipótesis de la creatividad como expertez adquirida, pero que desde nuestro punto de vista, y al igual que el anterior, tampoco la contradice, “la mayor expertez específica en un dominio no tuvo mayor poder predictivo que las experiencias en campos genéricos del mismo dominio”. De hecho, se observó que los compositores más eminentes fueron aquellos que estuvieron extremadamente especializados o fueron extremadamente versátiles. Lo que nos hace pensar en dos perfiles distintos de personas creativas. Uno de estos perfiles se corresponde con la visión tradicional de la expertez, el otro, parece requerir de la flexibilidad para acercarse a nuevos productos creativos.

En conjunto pues estos resultados refuerzan el nexo entre la expertez adquirida como resultado del conocimiento y la práctica en un dominio

y la creatividad, si bien matizan los resultados generales obtenidos hasta ahora.

Capítulo 4. Los factores no intelectuales y el desarrollo de la competencia.

Las teorías sobre el desarrollo de la conducta y la competencia experta conceden un papel muy relevante a los factores no intelectuales en el desarrollo de la competencia. La motivación, el temperamento y la práctica se convierten en elementos sustanciales de la adquisición de la competencia, en estrecha interrelación con los aspectos cognitivos de acumulación y organización de conocimiento específico en un dominio.

En este capítulo se revisan los aspectos no intelectuales implicados en el desarrollo de la competencia, especificando las condiciones precisas en las que actúan estos aspectos.

4.1. Análisis del papel de la motivación y la práctica en el desarrollo de la competencia.

Frente a la idea de que el talento en un campo de estudio o actividad es el principal determinante de los logros actuales y futuros, la corriente principal de investigación sobre la competencia experta (Ericsson y Charness, 1994; Ericsson, Krampe y Tesch-Römer, 1993; Ericsson, 1999) considera que son los factores no-intelectuales, como el temperamento, la motivación, y sobre todo la práctica, los factores responsables de la adquisición de la competencia.

Desde los estudios de Chase y Simon (1973) en los que se estimó un tiempo teórico de 10 años para llegar a ser un experto en el juego del ajedrez, se ha ido consolidando la denominada *regla de los 10 años*. Ericsson, Krampe y Tesch-Römer (1993) revisan varios estudios realizados en dominios diferentes, como la música, el ajedrez, la literatura, las matemáticas, y los deportes como la natación, el tenis y las carreras de larga distancia, en los que se mantiene este periodo de tiempo como espacio temporal necesario de formación y práctica en un dominio particular, antes de que una persona pueda ser considerada como experto. Así por ejemplo, en el campo de la literatura y la ciencia, Ericsson, Krampe y Tesch-Römer (1993) encuentran que son necesarios largos periodos de preparación para ser considerados como escritores o científicos. La edad promedio en que los científicos publican su primer trabajo es de 25 años, y la edad en que los mismos individuos producen su contribución más importante es de 35 años. Esto es, por término medio, pasan 10 años entre el primer trabajo y su trabajo más relevante. Patel y Groen (1991) hallan evidencia de que se necesitan 10 años o

incluso más para ser considerado experto en el campo de la medicina. Todos estos hallazgos son consistentes con la idea de que son necesarias la motivación y la perseverancia para obtener una realización superior en un dominio de estudio o actividad profesional determinado.

Uno de los estudios empíricos más exhaustivos sobre el papel de la práctica en la vida diaria de los expertos, es el que realizaron Ericsson, Krampe y Tesch-Römer (1993) con expertos en el campo de la música de violín. Los autores partieron de las hipótesis de que, primero, la cantidad de práctica realizada anteriormente está directamente relacionada con la ejecución actual de los individuos; y, segundo, la práctica comienza con un nivel bajo y aumenta lentamente con el tiempo. Además, se predijo que los niveles más altos de ejecución estarían asociados con una mayor cantidad de práctica en la actualidad y que esta práctica sería diaria, con periodos de descanso entre los periodos de práctica.

Para estudiar individuos que habían completado el periodo típico de preparación de 10 años y se dedicaban a la música como profesión, los autores contactaron con la Academia de Música de Berlín Oeste y con la Orquesta Filarmónica de Berlín. Los 40 participantes en el estudio se dividieron en tres categorías, estudiantes aventajados de violín, estudiantes medianos -futuros profesores de música-, y miembros profesionales de la Orquesta Filarmónica. Los grupos se establecieron considerando diferentes grados de expertez, los miembros de la Filarmónica, los estudiantes aventajados y los estudiantes medianos, en este orden.

La información sobre los niveles de práctica actual se obtuvo mediante diarios. Se coleccionaron diarios detallados de cada uno de los participantes en los que se podía valorar la duración y regularidad de los diferentes tipos de actividades, en particular aquellas actividades relativas a la práctica. Para asegurar la validez de los protocolos verbales recogidos

en los diarios se instruyó a los participantes a que anotaran todas las actividades que realizaban en el momento en que estas tenían lugar. En los diarios también se recogían todas las demás actividades generales, como comida, sueño, ocio, etc., que formaban parte de la vida diaria de los expertos. Por tanto, en el diario se recogieron actividades musicales y actividades diarias. Los diarios consistían en un cuaderno con varias hojas, una por día, durante los 7 días que duró el estudio, en las que había predeterminadas 10 categorías de actividades diarias y 12 categorías de actividades musicales. Los participantes tenían que señalar si realizaban o no cada actividad y el tiempo estimado de duración. Además se requería de los participantes que evaluaran tres aspectos de la práctica realizada, la relevancia de la actividad para mejorar la ejecución, el esfuerzo requerido para realizar la actividad, y lo placentero de la actividad. Junto al empleo de los diarios se realizaron entrevistas detalladas a cada uno de los participantes, en las que se recogieron datos biográficos y sobre la práctica previa.

Los resultados relativos a la información biográfica no mostraron diferencias sistemáticas entre los tres grupos, en cuanto a la edad de comienzo de la práctica (7.9 años) y del comienzo de las lecciones de violín. La edad en que decidieron dedicarse a la música fue los 14.9 años.

El análisis de las evaluaciones sobre la relevancia, el esfuerzo y lo placenteras que eran las 22 actividades propuestas, las 12 específicas de música y las 10 actividades diarias, no reveló diferencias entre los tres grupos, por lo que se utilizó la puntuación media de todos los participantes en el estudio. A continuación, se comparó para cada tipo de evaluación, relevancia, esfuerzo y disfrute, la media de todas las actividades con la evaluación media de cada actividad. Los participantes valoraron 7 de las 12 actividades propuestas de música como más relevantes que la media. Los violinistas valoraron la “práctica en solitario”

como la actividad más relevante. En contraste, el "tocar sólo por diversión" recibió unas de las puntuaciones más bajas en relevancia. La asistencia a las clases se consideró como la segunda actividad más relevante. De las 10 actividades cotidianas, únicamente el sueño se valoró como más relevante que la media de las demás actividades. En suma, los tres grupos tuvieron la misma concepción de la relevancia de las diferentes actividades propuestas para mejorar la ejecución en el violín, y los tres evaluaron de manera similar el disfrute y el esfuerzo asociado con las diferentes actividades.

A partir de los diarios se obtuvo el tiempo total que cada violinista dedicó durante la semana a cada una de las actividades. En el caso del tiempo dedicado a cada actividad sí se observaron diferencias significativas entre grupos, así, la práctica en solitario ocupó una media de 3.5 horas por día en el caso de los profesionales y los mejores estudiantes, mientras que los estudiantes medianos dedicaron sólo 1.3 horas al día, incluyendo el fin de semana.

En cuanto a las actividades diarias, aparecieron diferencias significativas en el total de horas de sueño. Los dos mejores grupos, estudiantes aventajados y profesionales, durmieron un total de 60 horas a la semana (8.6 horas al día) mientras que los otros estudiantes -futuros profesores de música-, durmieron 54.6 horas a la semana (7.8 horas al día). Además, los dos mejores grupos durmieron más "la siesta" después del medio día que el resto. Esto, según los autores, es debido a la necesidad de los mejores músicos de recuperarse de las actividades que requerían esfuerzo como la práctica.

Por otra parte, el tiempo dedicado cada día a las actividades de ocio, fue considerablemente menor en los mejores violinistas (3.5 horas) que en los buenos estudiantes (4.7 horas), y en ambos casos menor que la media de la población general. Los mejores violinistas dedicaron menos tiempo al

ocio a pesar de que los participantes en su conjunto juzgaron que el ocio era la actividad más placentera.

Una vez que los participantes dieron también una estimación del número de horas que practicaron al día desde que comenzaron el estudio y la práctica sistemática del violín, se calcularon las horas de práctica acumulada en función de la edad (años) de los violinistas. Encontrándose que hubo una completa correspondencia entre la cantidad de práctica acumulada y el nivel de pericia alcanzado por los músicos profesionales, los mejores violinistas y los buenos violinistas, aspirantes a profesores.

En un segundo estudio, Ericsson, Krampe y Tesch-Römer (1993) se propusieron extender los resultados encontrados con los violinistas a otro dominio de expertez, el piano. Se comparó un grupo de pianistas jóvenes expertos, con un grupo de amateurs, 12 individuos en cada uno de los grupos. Los participantes en este segundo estudio realizaron las mismas tareas que en el estudio anterior, pero además se incluyó la realización de pruebas psicomotrices complejas relacionadas con la motricidad fina, una prueba de tiempo de reacción y el subtest de sustitución de dígitos del WAIS.

Los datos biográficos mostraron que todos los expertos tuvieron más de 14 años de experiencia en tocar el piano, mientras que los amateurs tuvieron entre 5 y 20 años. Los amateurs habían comenzado la instrucción en el piano a la edad media de 9.9 años, significativamente más mayores que los expertos que comenzaron a la edad de 5.8 años. Las diferencias en preparación formal fueron significativamente mayores en el caso de los expertos.

El análisis del tiempo total dedicado a la práctica, registrado en los diarios, fue considerablemente mayor en los expertos que en los amateurs. Además, el tiempo de práctica en solitario fue mayor en los expertos (26.71 horas semana) que en los amateurs (1.88 horas semana).

En este estudio no aparecieron diferencias en el tiempo dedicado al sueño.

La estimación retrospectiva de la práctica acumulada durante los años previos también mostró diferencias significativas a favor de los expertos.

De especial interés son los resultados obtenidos en las tareas cognitivas y psicomotrices. En primer lugar, se encontró que la ejecución en las dos tareas no relacionadas con la música, el subtest de sustitución de dígitos y la prueba de tiempo de reacción, no fue significativamente diferente en los dos grupos. Estos resultados parecen confirmar que son los mecanismos específicos de un dominio, mejor que las capacidades cognitivas de tipo general, las responsables de la mejor ejecución de los expertos. Estos resultados también parecen apoyar la idea, según los autores, de que son las representaciones complejas integradas mejor que el procesamiento serial rápido, las que gobiernan la rapidez y la fluidez en las habilidades motoras complejas. En segundo lugar, la ejecución en las tareas psicomotrices relacionadas con habilidad de tocar el piano, la tarea simple de golpeo y las tareas de coordinación de movimientos complejos, fue mejor en el caso de los expertos que en el de los amateurs.

Una cuestión que se planteó a partir de estos resultados es si la mejor ejecución de los expertos en estas tareas se debe a su mayor habilidad o a los años acumulados de práctica. Para responder a esta cuestión los autores sometieron los datos a una serie de análisis de regresión múltiple, de tipo jerárquico, tomando como variables predictoras el nivel de habilidad, experto o amateur, y la práctica acumulada, y como variables dependientes la ejecución en cada una de las tareas. Los valores de la práctica acumulada se transformaron logarítmicamente antes del análisis debido a que la ejecución incrementa de forma monotónica de acuerdo con la ley exponencial establecida por J.R. Anderson (1982).

Los resultados de la serie de análisis de regresión múltiple en los que se introdujo y se eliminó sucesivamente el nivel de habilidad, junto con la práctica acumulada, mientras se observaba el porcentaje total de varianza explicada y la significatividad del cambio en la varianza explicada (para los aspectos metodológicos véase Cohen y Cohen, 1983; Darlington, 1990; Castejón y Navas, 1992; Sternberg, Bermejo y Castejón, 1997), mostraron que los individuos que habían practicado más tuvieron una mejor ejecución en las tareas relacionadas con el piano, incluso después de que se mantuviera controlado el nivel de habilidad o expertez. Un análisis similar realizado con las puntuaciones obtenidas en la tarea de golpeo simple, considerada como indicativa de la capacidad motora general, mostró que las tareas motoras simples no predijeron la ejecución de tareas complejas, una vez que se parcializó el efecto de la práctica anterior.

Los resultados de ambos estudios, tomados en conjunto, apoyan la tesis central de la teoría de Ericsson, Krampe y Tesch-Römer (1993) referentes a que la ejecución experta es el resultado de un proceso continuado de adquisición de habilidades, mediadas por una amplia, aunque no excesiva, cantidad de práctica diaria.

Los datos apoyan la teoría que predice una relación monotónica entre el nivel actual de ejecución y la cantidad de práctica acumulada, para los individuos que logran una realización experta. Esta hipótesis está además sustentada, según los autores, en el hecho de que los expertos de elite muestran mejoras en su ejecución como efecto de la práctica mucho después de la edad de 18 años, cuando se ha completado la maduración física.

La evidencia de los efectos de la práctica sobre la conducta experta es más clara, a juicio de los autores, cuando se examinan los estudios de laboratorio en los que incrementan los factores mediadores de la

competencia experta, como la cantidad de conocimiento y habilidades, como resultado de la práctica extensa en tareas como el ajedrez o el recuerdo de camareros expertos, como ya se ha visto en otros estudios.

La teoría de Ericsson, Krampe y Tesch-Römer (1993), Ericsson y Charness (1994), Ericsson (1999) supone que las diferencias individuales en la ejecución están en función de características adquiridas, que a su vez están directamente relacionadas con la cantidad de práctica acumulada. Un hecho que también apoya esta hipótesis es que cuanto más alto es el nivel de ejecución de los expertos de elite, más temprana es la edad de sus primeras experiencias en el dominio, como la edad de comienzo de la práctica. Además, las diferencias posteriores se deben a la cantidad de práctica acumulada, como resultado de la práctica realizada en cada momento, semana a semana.

De igual forma que atletas o músicos dedican gran cantidad de tiempo a la práctica, Ericsson, Krampe y Tesch-Römer (1993) estiman que los científicos eminentes deben dedicar 80 horas por semana durante un largo periodo de tiempo para tener la oportunidad de alcanzar un nivel internacional en su campo. Además, aunque la teoría de la práctica habla de la dedicación al dominio en general, parece posible que se deba maximizar el número de horas dedicadas a una actividad particular dentro del dominio. Cada persona ha de identificar aquellas actividades que le van a reportar de manera más probable los logros deseados.

Como los mismos autores señalan, es posible establecer una hipótesis alternativa para explicar los resultados que relacionan la práctica deliberada con la ejecución competente. Esta es, los factores no adquiridos como el talento predisponen a los individuos a comprometerse con la práctica en edades tempranas, y la práctica a su vez incide positivamente sobre la ejecución competente, de manera que ésta es el resultado, tanto del talento, como de la práctica, que media la relación

entre el talento y la competencia experta. En esta perspectiva, el talento, ya sea general o específico, es el verdadero responsable de los altos niveles de rendimiento.

Los autores se muestran contrarios a esta hipótesis, basando sus argumentos sobre dos consideraciones. La primera es la evidencia de que se producen cambios cualitativos con la práctica extensa en aspectos biológicos y fisiológicos que supuestamente están sujetos a la influencia de la herencia, en el caso de deportistas y atletas. La segunda, proviene de los estudios sobre adquisición de habilidades motoras, iniciados por J.R Anderson (1982), Fitts (1964), Fitts y Posner (1967), que muestran cambios muy importantes desde el inicio al final de la adquisición de esas habilidades como resultado de la práctica. Existe bastante evidencia de que la ejecución durante la fase inicial, media y final de adquisición de las habilidades está correlacionada con diferentes tipos de capacidades en cada fase, como más modernamente también sugieren los estudios de VanLehn (1996), y Ackerman y Cianciolo (2000); la ejecución inicial está correlacionada con capacidades cognitivas generales y la final con capacidades perceptivo-motoras más específicas. Con la práctica se eliminan las diferencias cognitivas generales y adquieren relevancia las habilidades propias de la tarea, más susceptibles de entrenamiento. Los autores citan además, como apoyo a su hipótesis, que la práctica lleva a la adquisición de habilidades de memoria y procesamiento que sirven para soslayar las limitaciones de procesamiento, de acuerdo con la propuesta de la memoria de trabajo a largo plazo (Ericsson y Kinstch, 1995).

Ericsson, Krampe y Tesch-Römer (1993) no desestiman del todo el papel de talento, pero conceden la mayor importancia a la motivación y a la dedicación necesaria para comenzar y mantener la práctica deliberada, así como a la motivación de los padres y entrenadores para mantener la

motivación de los individuos, frente a la asunción de que la ejecución inicial refleja características inmutables o talento innato.

Aunque es cierto que en muchos casos los estudios clásicos sobre el talento innato destacan que el talento se observa antes de que comience la práctica, los autores también citan evidencia sobre que, es la percepción de los padres del talento de los hijos, no la evidencia objetiva, lo que lleva al comienzo de la práctica. A esto hay que añadir los casos en los que una ejecución inicialmente baja o un pronóstico negativo sobre las capacidades de una persona, han motivado a los individuos a comenzar la práctica como medio de alcanzar un funcionamiento normal y han llegado a alcanzar niveles de elite. Un ejemplo de esto último es el caso de la actual directora del Ballet Nacional de España.

Para los autores es posible que las diferencias individuales de tipo genético se sitúen más en la predisposición hacia la motivación y la práctica que en el talento. En palabras de los autores del trabajo que venimos comentando "Las diferencias individuales en emocionalidad y nivel general de actividad influyen muy probablemente en la capacidad de comprometerse en la práctica continuada, así como sobre la preferencia o antipatía por este tipo de actividad aislada" (Ericsson, Krampe y Tesch-Römer, 1993, p. 399).

En suma, los autores de este trabajo ven la conducta y la competencia experta como el producto de una década o más de esfuerzos máximos para mejorar la ejecución en un dominio a través de una distribución óptima de la práctica deliberada, y ven a los expertos no simplemente como expertos en un dominio específico, sino como expertos en mantener altos niveles de práctica y mejorar la ejecución. Desde esta perspectiva es más probable que descubramos información valiosa sobre las condiciones óptimas para el aprendizaje y la educación.

Una de las teorías más extendidas sobre la ley de la práctica es la de Anderson (1983, 1993), Anderson y Schunn (2000), según la cual la mejora en la ejecución se debe a dos mecanismos, a través de los cuales el conocimiento declarativo se convierte en conocimiento procedimental, de forma que las piezas de conocimiento general se van compilando juntas (agrupando) de forma gradual hasta formar piezas de conocimiento específico más amplias, posibilitando de esta forma que la misma tarea se lleva a cabo aplicando menos piezas de conocimiento.

Además, con la práctica continuada se van automatizando los procesos de manera que éstos requieren menos esfuerzo y se hacen más rápidos y autónomos, así como menos accesibles a nivel consciente (VanLehn, 1996). Algunos efectos que ocurren con las habilidades motoras como efecto de la práctica, también parecen estar presentes en la adquisición de las habilidades cognitivas (Rosenbaum, Carlson y Gilmore, 2000), como el efecto de la práctica distribuida, la práctica variada, y la retroalimentación informativa.

Existe un gran cúmulo de resultados sobre el hecho de que una gran cantidad de práctica en la tarea ayuda a realizar esta tarea y tareas similares; sin embargo, los procesos a través de los cuales se produce este efecto no son tan conocidos. Haider y Frensch (1996) formulan la hipótesis de la reducción de la información, para explicar el efecto de la práctica durante la adquisición de las habilidades cognitivas, según la cual se aprende a distinguir entre la información relevante a la tarea y la información redundante a la tarea y a limitar su procesamiento a la información relevante a la tarea. Haider y Frensch (1999a) realizan dos experimentos de laboratorio para comprobar esta hipótesis, en los que registraron los movimientos oculares, encontrando que la información redundante se ignora a nivel perceptual mejor que a nivel conceptual de procesamiento. Indicando la necesidad de que las teorías actuales sobre la adquisición de habilidades incluyan mecanismos que capturen el

aumento en el uso selectivo de la información con la práctica. Los resultados obtenidos por Haider y Frensch (1999b) indican, además, que el proceso de reducción de información está, al menos parcialmente bajo control voluntario.

A partir de aquí, los propios autores, sugieren algunas implicaciones prácticas para diferentes áreas de la ejecución humana, tales como el estudio de la competencia experta o la psicología de la instrucción, una vez que con la práctica, los humanos aprendemos a ignorar la información que no tiene valor diagnóstico en relación con un objetivo determinado, lo cual depende directamente de las instrucciones dadas sobre la tarea. La hipótesis de la reducción de la información con la práctica mantiene que el aprendizaje, al limitar el procesamiento a la información relevante, se basa en la detección de que la tarea contiene información irrelevante.

La implicación para el dominio de la psicología de la instrucción radica en la importancia de educar a los estudiantes para que atiendan a la información relevante, una vez que se ha encontrado que muchos estudiantes no hacen esto a pesar de ser capaces de abstraer las reglas o los esquemas necesarios. Se trataría de facilitar el proceso de diferenciación más que el de integración de información, a través, por ejemplo, de ofrecer un entrenamiento a los estudiantes con un número repetido de problemas que contengan la misma estructura, para que aprendan a identificar los hechos relevantes mediante un proceso "guiado por los hechos", que va del nivel de los hechos concretos al nivel conceptual.

Además, la reducción de la información con la práctica es consistente con varios resultados encontrados en el dominio de la expertez. Una diferencia clara entre expertos y noveles es que los expertos se centran sobre la información relevante e ignoran la información irrelevante a la tarea

(Ericsson y Lehmannn, 1996; Patel y Groen, 1986; Patel, Kaufman y Arocha, 2000).

Las diferencias en habilidad para atender a la información relevante frente a la información irrelevante también parece ser una característica de los niños con altas y bajas capacidades creativas (Bermejo, Castejón y Sternberg, 1996; Sternberg, Bermejo y Castejón, 1997; Sternberg y Davidson, 1995).

También se han estudiado de manera exhaustiva los efectos de la práctica sobre la transferencia en la fase final de aprendizaje, encontrando tanto efectos positivos como negativos de la práctica en situaciones experimentales de laboratorio, así como que el aumento de la práctica no siempre lleva a una mayor transferencia. El grado de transferencia observado y la forma en que éste varía con la práctica sobre la primera tarea depende exactamente de lo que las tareas comparten entre sí y de si la práctica produce cambios en las estrategias de solución de problemas (VanLehn, 1996). Esto puede explicar el hecho de que un mayor conocimiento de los expertos no lleve siempre a la mejor realización de la tarea (Sternberg y Frensch, 1992).

Por otra parte, la investigación sobre los aspectos instruccionales que facilitan la adquisición de las habilidades cognitivas en esta fase, es mucho más reducida. No obstante, podemos considerar que los resultados de los estudios sobre la adquisición de la competencia experta, (Ericsson y Charness, 1994; Ericsson, Krampe y Tesch-Römer, 1993), acerca de las condiciones de la práctica deliberada, la enseñanza individualizada y el aprendizaje independiente, pueden aplicarse al desarrollo de las habilidades cognitivas en general, durante la fase final de práctica.

Quedan por responder, sin embargo, diversas cuestiones sobre la adquisición de las habilidades cognitivas. Por una parte, consideramos

que es necesario seguir ampliando el tipo de tareas que se emplean para estudiar la adquisición de las habilidades cognitivas en condiciones controladas. Se ha avanzado desde las tareas simples como la solución de problemas de puzzles, hasta el estudio de tareas significativas pertenecientes a dominios ricos en contenido, debiéndose de ampliar estas tareas al estudio de capítulos y "trozos" de conocimiento más amplios, como son asignaturas completas, en los que se tengan en cuenta tanto los aspectos conceptuales como procedimentales del contenido (VanLehen, 1996).

Por otra parte, es necesario seguir investigando sobre la fase final de adquisición de las habilidades, donde se producen los debates teóricos más importantes en este campo, como la relación entre los aspectos conceptuales y procedimentales del conocimiento. Así como el carácter, implícito o no, del aprendizaje durante la fase final de adquisición de las habilidades; cuestión planteada por Broadbent y colaboradores (Berry y Broadbent, 1984), puesta de nuevo de actualidad por el conexionismo cognitivo, y que tiene gran transcendencia para la elicitación y el análisis de los procesos que subyacen la conducta y la competencia experta.

El estudio de los procedimientos instruccionales que facilitan la adquisición de habilidades en condiciones controladas debe de incluir formas más interactivas de instrucción que tengan en cuenta el contexto social en que se produce la adquisición de estas habilidades, y que recoja las nuevas propuestas relativas al aprendizaje situado y la creación de ambientes amplios de aprendizaje.

4.2. La práctica deliberada: condiciones para el desarrollo de la competencia experta.

A partir del trabajo de Ericsson, Krampe y Tesch-Römer (1993) se han sucedido una gran cantidad de estudios sobre el papel de la práctica deliberada en la adquisición de la competencia experta y la ejecución superior en diversos dominios específicos.

Lehmann (1997) destaca la importancia que tiene la práctica deliberada para la adquisición de la expertez en el campo de la música por parte de personas que están en vías de llegar a serlo. El autor presenta resultados que comparan indicadores de aptitud para la música con indicadores de adquisición de habilidades tales como la práctica y la instrucción, y encuentra evidencia de la importancia del esfuerzo deliberado, el establecimiento de metas y la supervisión de las actividades, para el logro de una práctica eficiente y una mejora en la ejecución. Los resultados de Williamon y Valentine (2000) indican que la ejecución de instrumentos musicales parece verse más afecta por la calidad que por la cantidad de práctica.

En el campo de los deportes de equipo Helsen, Starkes y Hodges (1998) examinan la teoría de la práctica deliberada frente al "modelo de compromiso con el deporte" de Scanlan, Carpenter, Schmidt, Simon y Keeler (1993). Las dos teorías presentan muchas similitudes, aunque

difieren en la consideración del carácter placentero o no de la práctica. En la primera parte de su estudio se indicó a tres grupos de jugadores de fútbol y hockey, de nivel internacional, nacional y provincial, que recordaran la cantidad de tiempo que dedicaron a la práctica individual y en equipo en actividades relacionadas con el deporte y a las actividades diarias desde el comienzo de su carrera. En la segunda parte de este estudio, los participantes evaluaron estas actividades en términos de su relevancia para mejorar la ejecución, el esfuerzo y la concentración requerida, y lo placentero de la actividad. Se encontró una relación monotónica entre la práctica acumulada y el nivel alcanzado, manteniéndose así la regla de los 10 años. Pero, al contrario de los resultados de Ericsson y colaboradores (1993) con músicos, las actividades relevantes se consideraron también placenteras, mientras la concentración fue una dimensión separada del esfuerzo. La concentración se refiere más al esfuerzo cognitivo requerido en la actividad, mientras el esfuerzo se refiere al esfuerzo físico. Los autores concluyen que, aunque no se puede establecer de forma definitiva que la competencia experta se adquiera sólo mediante la práctica deliberada, una vez que no se pueden hacer inferencias sobre la causalidad de otros factores diferentes a la práctica, ésta parece ser un factor necesario para el logro de la ejecución competente.

French y McPherson (1999) apoyan la teoría de que la práctica deliberada constituye un factor importante para la adquisición de la conducta y la competencia experta en el deporte, y se plantean un paso más allá, establecer un modelo de trabajo sobre qué tipo de práctica influye sobre los dos grandes componentes de la ejecución en los deportes, las habilidades motoras y la toma de decisiones. Las primeras, más relacionadas con los aspectos madurativos, y las segundas relacionadas con el conocimiento que posee el individuo y la forma de representación de ese conocimiento.

Sobre las complejas interacciones entre los factores hereditarios y la práctica en la determinación de la adquisición de la conducta y la competencia experta en los deportes, trata el trabajo de Singer y Janelle (1999). Los autores examinan de forma crítica la influencia de los factores hereditarios, estableciendo una diferenciación entre los factores que parecen estar determinados por la herencia genética en gran medida, y otros factores que se han considerado tradicionalmente resultado de la herencia (tales como atención, anticipación, y toma de decisiones) pero que en realidad parecen depender del conocimiento y la práctica. Por otra parte, se aborda el papel de la práctica, no tanto desde la perspectiva de la cantidad de práctica como de la calidad necesaria para lograr la competencia; discutiéndose a este respecto la importancia de la autorregulación y la simulación de competiciones. Los autores finalizan proponiendo un acercamiento integrador que termine con la confrontación entre los defensores del debate naturaleza-ambiente. Declarando expresamente que "A pesar de la evidencia sustancial ofrecida por Ericsson y sus colegas en apoyo de la noción de la práctica deliberada, la influencia de los genes y los fenotipos genéticos sobre la competencia experta de los atletas no puede ser ignorada" (Singer y Janelle, 1999, p. 146)

Otro ámbito donde se ha examinado la importancia de la práctica deliberada, ha sido el de la programación de ordenadores. El estudio de Wood (2000) se planteó el objetivo específico de establecer la importancia relativa de la práctica junto a la inteligencia para predecir la ejecución en el trabajo. Los participantes fueron 32 programadores de ordenador agrupados en cinco niveles diferentes de trabajo, que prestaban sus servicios en una gran organización. Como medida de la capacidad intelectual general se empleó una batería de aptitudes para la programación de ordenadores y como medida de la práctica las estimaciones retrospectivas de los programadores del número total de

horas dedicadas a la práctica. Los resultados en su conjunto revelaron una relación más fuerte entre capacidad general y nivel en el trabajo (r= .37) que entre la práctica y el nivel en el trabajo (r= .22). Sin embargo, cuando se eliminó la puntuación de un individuo que puntuó de forma significativamente a los demás (outlier) de los datos de la práctica , la correlación entre la práctica deliberada y el nivel alcanzado en el trabajo aumentó a r= .42. Además, con este "outlier" eliminado, la práctica contribuyó de forma significativa a predecir el nivel alcanzado más allá de la contribución del nivel de capacidad. Estos resultados revelan una relación entre la práctica y la ejecución en el ámbito de la programación de ordenadores, del mismo modo que se ha observado en artistas y deportistas.

El estudio de la influencia de la práctica en el trabajo se ha extendido al campo de los agentes de seguros. Sonnentag y Kleine (2000) realizaron un estudio en el que participaron 100 agentes de seguros, con una media de 40.4 años de edad, encontrando que la cantidad de tiempo que los participantes dedicaron a la práctica, en el tiempo que se realizó el estudio, estuvo relacionado significativamente con las evaluaciones de los supervisores sobre trabajo de los agentes de seguros. Aunque la cantidad acumulada de tiempo dedicado a la práctica en el pasado no estuvo relacionado con el desempeño del trabajo.

También en el ámbito de la medicina se ha estudiado el efecto de la práctica deliberada. En el estudio de Issenber y colaboradores (2002), con residentes de medicina que recibieron una intervención educativa que implicaba la práctica deliberada y el uso de tecnología de simulación, se observó que los residentes que recibieron el curso y los que recibieron una intervención educativa comparable a éste, mostraron una gran y estadísticamente significativa mejora entre el pretest y el postest, así como una diferencia sustancial y significativa con los residentes del grupo control, en el postest. Por lo que los autores concluyen que las

intervenciones educativas empleando tecnología de simulación que implica a los estudiantes en la práctica deliberada de habilidades clínicas, produce grandes mejoras en relativamente poco tiempo.

El trabajo, la práctica continuada y la motivación juegan un papel destacado, incluso entre quienes defienden la importancia del talento y la superdotación, para el logro de contribuciones relevantes en dominios concretos y significativos (Winner, 2000).

Los estudios de Ericsson y sus colegas (Ericsson, Krampe y Tesch-Römer, 1993; Ericsson y Charness, 1994) establecen, junto a la importancia de la práctica en el desarrollo de la competencia experta, las condiciones de la práctica que llevan a un nivel de ejecución mayor.

La consideración de que la mera realización de una cantidad considerable de práctica en una tarea lleva a la mejora en la ejecución de la misma, independientemente de las condiciones y la forma en que se realiza esa práctica, no parece adecuada (Ericsson, Krampe y Tesch-Römer, 1993).

El máximo nivel de ejecución en un dominio no se produce de forma automática, en función directa de la experiencia y la práctica en ese dominio, sino que el nivel de ejecución aumenta, incluso entre individuos con gran experiencia, como resultado del esfuerzo deliberado por mejorar. La *práctica deliberada* es una actividad que *requiere esfuerzo* y está *motivada por el objetivo de mejorar* la ejecución.

Ericsson, Krampe y Tesch-Römer (1993) citan un número de condiciones para optimizar el aprendizaje y mejorar la ejecución. La condición más citada se refiere a *la motivación* de los individuos para atender a la tarea. Además, el diseño de la tarea de aprendizaje debe tomar en consideración *el conocimiento previo* del aprendiz, de forma que se pueda entender correctamente la tarea después de un breve periodo de instrucción. Los individuos deben de recibir *retroalimentación informativa* inmediata y

conocimiento de los resultados de su ejecución. Además, los individuos deben realizar de forma *repetida* la misma o una tarea similar.

Cuando se satisfacen estas condiciones, la práctica aumenta la rapidez y la exactitud de tareas cognitivas, perceptivas y motoras. Los estudios de laboratorio muestran que bajo estas condiciones la ejecución de los individuos aumenta de forma monotónica en función de la cantidad de práctica, de acuerdo con la ley exponencial (J.R. Anderson, 1982).

En ausencia de una retroalimentación informativa adecuada, disminuye mucho la eficacia del aprendizaje y la mejora es mínima, incluso para los individuos muy motivados. Por tanto, la mera repetición de una actividad no lleva, de manera automática, a la mejora de la ejecución.

Cuando se prolonga el entrenamiento en el laboratorio durante un largo periodo de tiempo, los estudios muestran que con individuos provistos de la motivación adecuada, la exposición repetida a la tarea no asegura que se puedan lograr altos niveles de logro. La evaluación de los métodos que emplean los individuos muestra que éstos siguen estrategias inadecuadas.

Para asegurar la eficacia del aprendizaje Ericsson, Krampe y Tesch-Römer (1993) proponen que se den a los individuos instrucciones explícitas sobre el mejor método y sean supervisados por un profesor para posibilitar el diagnóstico individualizado de errores, la retroalimentación informativa, y el entrenamiento compensatorio. El instructor ha de organizar la secuencia de tareas apropiadas de entrenamiento y supervisar la mejora para decidir cuando son apropiados los pasos a tareas más complejas y motivadoras. Para los autores, aunque es posible generar currícula y utilizar la instrucción en grupo, está generalmente reconocido que es mejor la supervisión individualizada por parte de un profesor.

Los autores citan como evidencia favorable a este tipo de enseñanza individualizada los estudios que demuestran que cuando los estudiantes se asignan aleatoriamente a un método de enseñanza por un tutor o a un método de enseñanza convencional, los estudiantes con el método tutorial obtienen mucho mejor rendimiento que los estudiantes que siguen el método tradicional de enseñanza en grupo. Además de que este tipo de enseñanza parece beneficiar especialmente a los estudiantes con menor capacidad cognitiva. Los resultados de los estudios sobre la expertez en dominios tales como los deportes y las artes también ofrecen evidencia de que los métodos de instrucción individualizada ofrecen los resultados óptimos.

Durante el desarrollo de la competencia experta, los profesores y entrenadores instruyen a los individuos a comprometerse en la práctica de actividades que tratan de hacer máxima la mejora. Las actividades de entrenamiento se diseñan para mejorar aspectos específicos de la ejecución a través de la repetición y el refinamiento sucesivo de la ejecución. Para recibir los máximos beneficios de la retroalimentación informativa, los individuos deben vigilar su entrenamiento con una concentración completa –al menos en las fases intermedias y posteriores de adquisición de la competencia-, lo cual requiere esfuerzo y limita la duración de las actividades diarias. Dado el costo de la instrucción individualizada, el profesor diseña actividades prácticas en las que el individuo puede comprometerse entre las reuniones con el profesor. Junto a la instrucción individualizada, el estudio individual, independiente y autodirigido, también constituye un método importante para mejorar la ejecución, sobre todo en las fases intermedias de adquisición de la competencia (Ericsson y Charness, 1994; Ericsson y Lehmannn, 1996; Ericsson, Krampe y Tesch-Römer, 1993). Los autores denominan a estas actividades, especialmente, práctica deliberada.

Una característica específica de las actividades que constituyen la práctica deliberada es su diferenciación de otras actividades tales como el trabajo, la interacción agradable, el juego, y la mera observación de los otros. La distinción entre el trabajo y el entrenamiento se reconoce generalmente, aunque el trabajo ofrece oportunidades para el aprendizaje no ofrece tantas oportunidades como la práctica deliberada. En contraste al juego, y a otras actividades placenteras y agradables, la práctica es una actividad altamente estructurada y dirigida a mejorar la ejecución en el dominio, que requiere esfuerzo y no es inherentemente placentera.

Una demostración de que la práctica deliberada requiere atención y esfuerzo proviene del hecho de que la duración de la práctica diaria, que se mantiene durante largos periodos de tiempo, de semanas, meses y años, está limitada. Parece existir una duración óptima de la práctica diaria, que se sitúa entre las 2 y las 4 horas por día en adultos y en 1 hora por día en niños (Ericsson y Charness, 1994; Ericsson, Krampe y Tesch-Römer, 1993). A esto hay que añadir el hecho de que parecen requerirse descansos entre periodos de práctica sucesivos, que cumplen la función de recuperar al individuo de la fatiga acumulada durante la práctica.

Si la práctica deliberada no es una tarea inherentemente placentera, ¿qué hace que los individuos se comprometan en este tipo de actividad? Ericsson, Krampe y Tesch-Römer, (1993) consideran que las personas deben de estar motivadas y estar interesadas en mejorar su ejecución antes de comenzar la práctica deliberada. Los autores citan los estudios Bloom (1985) como prueba de ello. Sus entrevistas con expertos de nivel internacional mostraron que los padres iniciaron la práctica deliberada de sus hijos después de observar que éstos se implicaban en juegos y actividades relacionadas con esa actividad, e incluso se mostraban interesados en ella, de modo que el interés de los hijos y la reacción social

de los padres y otros individuos de su ambiente, eran factores importantes para establecer la motivación inicial.

Al comienzo de la práctica deliberada los padres ayudan a sus hijos a mantener el programa de práctica y les indican el valor instrumental de la práctica para mejorar la ejecución. Conforme aumenta la experiencia y la ayuda de los profesores y entrenadores el individuo internaliza métodos para evaluar su ejecución y poder controlar así los efectos de la práctica. Conforme los individuos llegan a estar más comprometidos en las actividades de un dominio, la competición y la ejecución pública ofrece objetivos a corto plazo para las mejoras específicas. En este punto la motivación para practicar llega a estar estrechamente conectada con el objetivo de ser un experto en el dominio y se integra en la vida diaria de la persona.

Ericsson y Charness (1994) establecen una división más detallada del periodo de adquisición de la expertez en cuatro fases. En la ***primera fase***, que coincide con la etapa de la niñez, los niños se comprometen en actividades placenteras del dominio, son los años en que se inicia la práctica, que no tiene necesariamente un carácter deliberado, sino de experiencia placentera. En esta primera fase los niños revelan el "talento" o la promesa. En este momento, los padres sugieren, por lo general, que sus niños asistan a clases relacionadas con ese dominio y se comprometan en una cantidad limitada de práctica deliberada. La ***segunda fase*** constituye un periodo extenso de preparación y finaliza con la decisión del individuo de dedicar todo el tiempo a realizar actividades en el dominio. Durante este periodo aumenta la cantidad de práctica deliberada diaria y se le ofrecen más facilidades de formación. En la ***tercera fase***, el individuo dedica todo el tiempo a mejorar su ejecución. Esta fase finaliza cuando el individuo vive de su profesión. Durante esta fase los individuos que alcanzan un nivel internacional en su campo trabajan con profesores expertos que han alcanzado previamente ese

nivel. Los expertos de nivel internacional se comprometen, durante todo su desarrollo, con una gran cantidad de práctica deliberada.

Durante las primeras tres fases de desarrollo de la competencia experta, los individuos adquieren los conocimientos y las habilidades que sus expertos maestros conocen. Para lograr el más alto nivel de ejecución, los individuos deben entrar en una ***cuarta fase***, yendo más allá del conocimiento disponible en el dominio para producir contribuciones únicas (creativas) al dominio. Los científicos eminentes hacen importantes descubrimientos y proponen nuevas teorías que cambian los conocimientos en su campo. Para Ericsson y Charness (1994), Ericsson (1999), el proceso de generar innovaciones difiere de la adquisición de la competencia experta, aunque se asienta sobre el nivel de competencia previamente adquirida.

Las innovaciones principales, por definición, van más allá de lo que los expertos más destacados conocen. Las innovaciones son raras, y es inusual que individuos eminentes hagan más de una única innovación sobresaliente durante sus vidas. A diferencia de la ejecución consistentemente superior en un dominio, la innovación ocurre de forma infrecuente e impredecible.

Esta perspectiva es semejante a la que mantienen otros estudiosos de la creatividad (Simonton, 2000), pero a diferencia de éstos, Ericsson (1999) considera que la innovación creativa se asienta sobre los conocimientos y habilidades adquiridas previamente en las tres primeras fases de desarrollo de la competencia experta.

Capitulo 5. El papel de la instrucción en la adquisición de habilidades intelectuales y en el cambio conceptual.

En este capítulo hacemos referencia a los aspectos instruccionales de la adquisición de habilidades intelectuales, así como a los cambios posibles en la organización conceptual, revisando algunas aportaciones como la enseñanza triárquica propuesta por Sternberg, las propuestas de aprendizaje situado, el empleo de analogías y del conflicto cognitivo, el aprendizaje compartido y la activación contextual del conocimiento. Acabamos recogiendo una serie de conclusiones sobre los principios instruccionales para el desarrollo de la competencia experta.

5.1. Implicaciones para la instrucción en las disciplinas académicas.

La adquisición de *habilidades cognitivas relacionadas con un dominio* presenta aspectos generales comunes con la adquisición de las habilidades generales y otros aspectos específicos ligados a la adquisición de habilidades en dominios específicos como la matemática, la física, la historia, las ciencias experimentales o el lenguaje. Varios investigadores de la psicología cognitiva han defendido la estrecha relación existente entre los procesos de aprendizaje y los contenidos del pensamiento, hasta el punto de señalar que en lugar de hablar sobre el aprendizaje en general se debe de hablar del aprendizaje, en cuanto adquisición de conocimientos y habilidades, en cada dominio de contenido particular, hablando así de aprendizaje de las matemáticas, de la historia, etc. (Resnick, 1981).

A partir de aquí, se ha desarrollado toda una línea vinculada a la psicología cognitiva de la instrucción que se ha ocupado preferentemente de la adquisición del conocimiento y de las habilidades en campos concretos del conocimiento. Así, en la revisión de Voss, Wiley y Carretero (1995) sobre la adquisición de las habilidades intelectuales, se analiza de forma separada la adquisición de las habilidades intelectuales generales y de las habilidades intelectuales relacionadas con un dominio.

Wittrock (1998) también ha señalado las estrechas relaciones entre la cognición y el aprendizaje del contenido de cada una de las materias o

disciplinas académicas, indicando algunos de los principios fundamentales para la práctica de la enseñanza, tanto de carácter general como ligados a cada campo en particular. Concluyendo que existen tanto habilidades de carácter general de tipo ejecutivo y metacognitivo, relativamente independientes de un dominio, como estrategias y habilidades que son específicas de un campo de contenido.

Las estrategias instruccionales para la adquisición de las habilidades relacionadas con dominios particulares van desde los procedimientos específicos ligados a algunas materias (métodos de lectura, adquisición de habilidades aritméticas, etc.) a los métodos generales de tipo expositivo o de descubrimiento.

El aprendizaje significativo es un proceso generativo en el que el aprendiz o estudiante construye activamente significados. Este aprendizaje incluye la construcción, por parte del estudiante, de relaciones entre el conocimiento y la experiencia por una parte, y las nuevas situaciones, problemas y datos por otra.

Es por tanto el estudiante quien mental y activamente construye explicaciones y comprensión, generando relaciones entre la materia y el conocimiento y experiencia, y superando la dificultad de los conocimientos presentados en la materia.

Pero éste no es el único modo en que el estudiante adquiere los significados, también con la enseñanza directa, los aprendices construyen el significado utilizando el conocimiento base, las estrategias de aprendizaje y los procesos metacognitivos.

La investigación reciente sobre la psicología del aprendizaje de materias académicas se ha centrado en el estudio de importantes tópicos recogidos por Wittrock (1998):

a. Conocimiento base y experiencia del estudiante.

b. Estrategias para la adquisición del conocimiento.
c. Procesos metacognitivos del estudiante.
d. Los tipos de relaciones del texto (causa, efecto, secuencia).
e. Los tipos de estructura del texto (enumeración, clasificación y generalización)
f. Los tipos de estructura del discurso (narración y exposición).
g. Los tipos de procedimientos de enseñanza constructiva.
h. Los procesos afectivos del estudiante.
i. Los tipos de medida de los procesos de pensamiento y procesos afectivos del estudiante.
j. Los modos de enseñanza comprensiva.

Wittrock (1998) analiza las investigaciones en la comprensión lectora, la ciencia y las matemáticas, para intentar conocer la direcciones de la investigación de la cognición y la enseñanza de una materia.

Desde la perspectiva de la comprensión lectora, la investigación ha demostrado el papel crítico del conocimiento base del estudiante y su experiencia en la construcción del significado. Wittrock (1990, 1991) encontró que los buenos lectores utilizaron en la construcción activa del significado unas estrategias que incluían resumen, propósito de la lectura, dirección de la atención, imágenes e inferencias. Además, también encontró que los procesos metacognitivos pueden aumentar su comprensión lectora. Esos procesos metacognitivos incluyen planificación, monitorización y evaluación.

Otro aspecto relacionado con la comprensión lectora son los tipos de relaciones y de discurso o estructura textual implicada en la lectura. La comprensión de un texto narrativo normalmente implica gramáticas u organizaciones distintas a las de los textos expositivos típicos de las materias académicas. McNeil (1987) mostró que las historias contadas por niños, normalmente incluyen una gramática simple de cuatro

partes: un escenario original, un problema, una solución y la restauración del escenario natural. Por otro lado, los textos expositivos, incluyen habitualmente una organización jerárquica de categorías y conceptos de específicos a generales, y las relaciones construidas entre los conceptos del texto y la experiencia y conocimiento del estudiante variará según el tipo de texto. La enseñanza de la comprensión lectora implica entonces, según Wittrock: a) la diferenciación de las estrategias de aprendizaje más adecuadas para cada tipo de texto y con cada materia; b) enseñar a los estudiantes a identificar cada tipo de texto; c) la enseñanza de procedimientos metacognitivos que ayudarán al estudiante a organizar una secuencia de estrategias de lectura apropiadas para el texto y la materia. De este modo se facilita la comprensión lectora, se aumenta la transferencia de procedimientos lectores de éxito y se entrena la inteligencia.

Las implicaciones para la enseñanza que se extraen de lo anterior es la necesidad de los profesores de aprender cómo enseñar a los estudiantes a generar significados al leer, realizando resúmenes, analogías e imágenes y relacionando el texto con su experiencia, así como enseñar estrategias de aprendizaje y procesos metacognitivos que permitan a los estudiantes guiar su propio proceso generativo cuando leen.

En el ámbito de las ciencias y las matemáticas sigue apareciendo la importancia del papel del conocimiento base del estudiante. En el aprendizaje de las ciencias, los alumnos muestran una serie de preconcepciones que son muy resistentes al cambio e influyen en la habilidad del alumno para aprender las concepciones científicas del fenómeno en estudio. La enseñanza de las ciencias no consiste únicamente en presentar el punto de vista científico del fenómeno natural, sino que en primer lugar el estudiante debe revisar sus concepciones previas (Wittrock, 1994).

En los problemas de matemáticas y ciencias aparecen varios tipos de textos expositivos, para los que son necesarias las estrategias de lectura ya comentadas con anterioridad. La estructura del texto y la estrategia de lectura apropiada para ella se pueden combinar con procedimientos metacognitivos que permitirán a los estudiantes construir relaciones semánticas y pragmáticas así como la estructura implicada en la comprensión.

En el trabajo de Peled y Wittrock (1990), se señala que los alumnos más competentes generan mejores representaciones de los problemas que los menos competentes. Los mejores solucionadotes de problemas, construyen contextos pragmáticos o individualizados para los problemas que reflejan con precisión el estado del problema.

En esta línea, en el estudio de Alexander y Judy (1988) se señala que los estudiantes más avanzados o expertos, tienden a clasificar y representar los problemas según su estructura profunda y según sus principios matemáticos o físicos subyacentes. Estos alumnos son mejores seleccionadores de estrategias para solucionar problemas que los alumnos menos competentes. Éstos, usan en raras ocasiones, los procedimientos metacognitivos, mientras que los alumnos avanzados tienen unas habilidades reguladoras bien desarrolladas y habilidades metacognitivas de autorregulación (Glaser, 1990). Los estudiantes más avanzados transfieren su aprendizaje a nuevas situaciones mejor que los menos preparados (Lehman, Lempert y Nisbett, 1988).

Wittrock (1998) extrae una serie de implicaciones para la enseñanza, derivadas de los resultados del estudio de la enseñanza de las ciencias y la transferencia, que hacen referencia a la necesidad de los profesores de conocer las preconcepciones de los alumnos, ya que generan significados usando esos modelos, así como también necesitan saber cómo implicar a los alumnos en experimentos, demostraciones y

discusiones.

5.2. Interacción entre distintas situaciones instruccionales y la diversidad de características aptitudinales y motivacionales: La Instrucción Triárquica.

La interacción entre las diferentes situaciones instruccionales y la diversidad de características aptitudinales y motivacionales de los estudiantes hacen difícil establecer cuál es el mejor método en cada situación, como puso de manifiesto la revisión de los estudios ATI (aptitude-treatment interaction) realizada por Cronbach y Snow (1977), hasta el punto de que este tipo de estudios desapareció casi de la literatura. Una excepción reciente son los trabajos realizados por Sternberg y colaboradores (Sternberg, Grigorenko, Ferrari y Clinkenbeard, 1999; Sternberg, Torff y Grigorenko, 1998).

Sternberg (1985, 1986, 1988b) plantea la inteligencia triárquica con una estructura jerárquica que queda explicada por tres subteorías: componencial, experiencial y contextual.

La *subteoría componencial* explica los mecanismos internos del individuo que le permiten conseguir una realización inteligente. Existen, en esta subteoría, tres tipos de componentes que se utilizan para elaborar la información y solucionar los problemas: los metacomponentes, los componentes de ejecución y los componentes de adquisición del conocimiento.

Los metacomponentes son mecanismos de control cognitivo que realizan tres tipos de funciones: planificar, controlar y tomar decisiones mientras se realiza la tarea. Sternberg identifica los siguientes metacomponentes, recogidos por Prieto y Sternberg (1993):

1. Reconocimiento de la existencia de un problema.
2. Definición del problema.
3. Selección de los pasos necesarios para la resolución del problema.
4. Combinación de los pasos dentro de una estrategia efectiva.
5. Representación de la información.
6. Localización de las fuentes necesarias para el procesamiento de la información.
7. Supervisión de la solución.
8. Evaluación de la solución.

Los componentes de ejecución son procesos de orden inferior cuya misión es ejecutar la tarea según las instrucciones de los metacomponentes. Algunos de los componentes de ejecución más representativos son la codificación de los estímulos, la inferencia de relaciones entre los estímulos, la relación entre relaciones (“mapping”), la aplicación de relaciones “mapping”, la comparación de alternativas posibles y la justificación de la mejor respuesta.

Los componentes de adquisición del conocimiento se emplean para aprender cómo llevar a cabo lo que ordenan los metacomponentes y los componentes de ejecución. Tienen la función de aprender y transferir lo aprendido a contextos diferentes. Los componentes de adquisición más significativos son la codificación selectiva, la combinación selectiva y la comparación selectiva.

La *subteoría experiencial* se refiere a la aplicación de los mecanismos

para la resolución de problemas en diferentes contextos. Los componentes aplicados variarán en función de la experiencia del individuo, de las situaciones y de las interacciones de las personas con su medio. Las situaciones problemáticas a las que se enfrenta el individuo pueden ser de dos tipos, situaciones novedosas, para las cuya resolución requieren grandes dosis de *insight*, o situaciones familiares que requieren procesos de automatización.

La capacidad de *insight*, para resolver problemas novedosos eficazmente, implica emplear tres procesos básicos de forma interrelacionada:

1. Codificación selectiva, que consiste en seleccionar la información relevante de la irrelevante.
2. Combinación selectiva, mediante la que se establecen relaciones entre la información codificada para integrarla en un todo.
3. Comparación selectiva, que implica la relación de la información nueva con la ya adquirida para dar significado a la información nueva.

Estos tres tipos de *insight* no son los mismos que los componentes de adquisición del conocimiento, se diferencian de éstos en que los tres tipos de *insight* se aplican en situaciones en las que no existen pistas o indicios de cómo se han de aplicar, mientras que los procesos de adquisición de conocimiento se aplican en situaciones en las que sí existen pistas o reglas que guían la ejecución (Prieto y Sternberg, 1993).

La *subteoría contextual* hace referencia a la adaptación intencional del individuo a su medio. Las funciones de la inteligencia práctica son:

- Adaptación, para conseguir un ajuste idóneo con el entorno.
- Moldeado, mediante la que el individuo modifica el ambiente para ajustarlo a sus necesidades.

- Selección, creando un nuevo ambiente. Se emplea cuando no funciona la adaptación y el modelado.

Resumiendo, el modelo de la inteligencia triárquica de Sternberg distingue tres tipos de habilidades: *Analíticas*, usadas para analizar, juzgar, evaluar, comparar o contrastar; *Creativas*, usadas para crear, inventar, descubrir, imaginar o suponer; y *Practicas*, usadas para aplicar, llevar a la práctica, implantar o usar.

Sternberg (1998, 1999) plantea la necesidad de enseñar a los estudiantes en todas las habilidades, analíticas, creativas y prácticas y de modo integrado, como ellos resuelven los problemas de la vida diaria. La enseñanza triárquica implica el enseñar a los estudiantes a pensar sobre el aprendizaje y sobre el modo de aprender a pensar.

Los profesores pueden aplicar esta teoría a cualquier asignatura en cualquier nivel (Sternberg y Grigorenko, 2000; Sternberg y Spear-Swerling, 1996), sin estar en conflicto con la enseñanza basada en la memoria, ya que una persona no puede analizar lo que sabe (pensamiento analítico), ir más allá de lo que una sabe (pensamiento creativo), o aplicar lo que uno sabe (pensamiento práctico) si no sabe nada.

Desde la perspectiva triárquica, la instrucción y la evaluación son dos aspectos unificados (Sternberg, 1998). La propuesta de Sternberg no rechaza la evaluación convencional basada en la memorización, sino que la presenta como complementaria a las evaluaciones analítica, práctica y creativa.

En un estudio, realizado con alumnos de primaria, Sternberg, Torff y Grigorenko (1998) examinaron la relación de la teoría triárquica de la inteligencia con diferentes métodos instruccionales aplicados en la clase. Según los autores, la instrucción triárquica mejora el rendimiento alcanzado en las evaluaciones basadas en la memoria, así como en las

habilidades analíticas, creativas y practicas, ya que la enseñanza triárquica permitirá a los alumnos codificar la información para ser aprendida y memorizada de tres modos diferentes (analítica, creativa y prácticamente), por lo que serán más capaces de recuperar y usar la información ya que disponen de más rutas mentales de recuperación del material que han aprendido y tienen más posibilidades de aplicarlo (Sternberg, Grigorenko y Jarvin, 2001). Además, la enseñanza triárquica hace más interesaste el material y por lo tanto motiva al estudiante a aprender, al mismo tiempo, la enseñanza triárquica más agradable y gratificante para los profesores, motivándolos a enseñar más eficazmente.

En un estudio posterior con estudiantes de Bachillerato, Sternberg, Grigorenko, Ferrari y Clinkenbeard, (1999), obtuvieron resultados similares a los anteriores. Como conclusión de estos estudios podemos extraer que *todos* los estudiantes deben de recibir la variedad de métodos para que cada uno individualmente se beneficie de aquellos métodos que más se ajustan a sus características.

Estas conclusiones también se ven reflejadas en tres estudios realizados por Grigorenko, Jarvin y Sternberg (2002), en los que evaluaron la efectividad de la enseñanza y evaluación triárquica, que enfatiza el pensamiento analítico, creativo y práctico y las habilidades de aprendizaje, así como las habilidades de memoria de la instrucción y evaluación tradicional. Las intervenciones enfatizaron la lectura en el contexto de instrucción del lenguaje, matemáticas, ciencias físicas, ciencias sociales, historia, lengua extranjera y arte, encontrando en los tres estudios, que la instrucción triárquica, que potencia las tres habilidades, analítica, creativa y práctica, fue más efectiva que la convencional en la mejora del rendimiento de la lectura.

5.3. Cambios en la organización del conocimiento: el cambio conceptual.

Carretero y Limón (1997) recogen que desde las posiciones constructivistas actuales, el conocimiento humano no es solo una copia de la realidad, ni tampoco fruto de las disposiciones internas del individuo determinadas biológicamente, sino que es producto de la interacción donde el individuo construye el conocimiento, atribuyendo significado a la información que va encontrando.

Teorías recientes del aprendizaje constructivista (Hegland y Andre, 1992; Duit, 1994) consideran el uso activo del conocimiento como una estrategia clave para construir representaciones mentales ricas y útiles durante el estudio de la nueva información. Si el estudiante ha construido representaciones de cierto dominio basadas en experiencias de aprendizaje en el pasado, puede usar ese conocimiento previo cuando tiene que estudiar un material relacionado: el conocimiento previo puede permitir que el estudiante relacione conceptos, piense en ejemplos, estructure el material de aprendizaje, etc. (Vermunt, 1992). Así, la activación del conocimiento puede dar soporte a los procesos de construcción de conocimiento, con el resultado de una comprensión más profunda.

La investigación en aprendizaje e instrucción, ha mostrado que los individuos construyen sus sistemas de conocimiento individual basándonos en su experiencia diaria. Cuando se enfrentan a la información científica, los estudiantes ya disponen de concepciones

propias. A veces, ese conocimiento personal es incompatible con el conocimiento científico de la escuela, por lo que el aprendizaje en el aula requiere la reorganización de las estructuras de conocimiento existentes, esto es el cambio conceptual.

Una cuestión a debate en el estudio del cambio conceptual es qué cambia en éste. Las respuestas a esta pregunta deben darse en función de las teorías de representación del conocimiento. Basándonos en las diferentes clases de representación de conocimiento, los procesos del cambio conceptual se interpretarán de diferente manera.

Caravita y Hallén (1994) señalaron que el cambio conceptual puede ser entendido como no localizado en estructuras de contenidos específicos reemplazando las viejas concepciones con otras nuevas, sino que el cambio conceptual implica un cambio en el sentido del pensamiento en un dominio de contenido así como una diferenciación entre contextos de interpretación. Pozo, Gomez y Sanz, (1999) señalan la necesidad de construir múltiples representaciones mentales para usarlas eficientemente en los contextos apropiados.

Desde una perspectiva teórica diferente, Säljö(1999) indicó que el cambio conceptual puede estar basado en un acercamiento discursivo a la mente y a la acción mediada desde conceptos que son herramientas socioculturales que están desarrolladas en un proceso de enculturación en comunidades a través de prácticas sociales compartidas.

Tampoco podemos dejar de señalar las implicaciones de la investigación desde la perspectiva de la mejora de la instrucción para la construcción y reconstrucción del conocimiento en el aula, analizando aspectos relacionados con cómo puede promoverse el cambio conceptual y sustentarlo en un contexto de aprendizaje complejo y auténtico como son las clases, o qué características deberían tener los ambientes de aprendizaje para facilitar la construcción de diferentes

representaciones implicadas en el desarrollo del conocimiento científico.

5.3.1. Qué cambia en el cambio conceptual.

Trabajos como los de Pundt y Duit (1994); Gil, Carrascosa el al (1991); Pozo et el (1991) y Voss, Villey y Carretero (1995); se han centrado en la identificación y estudio de las ideas de los estudiantes sobre diversos conceptos científico-naturales, obteniendo resultados como los que señalan que la comprensión de la ciencia por los niños y adolescentes a menudo es diferente a la del mundo científico, o identificando características comunes en las concepciones de los alumnos. Una crítica que se hace a estos estudios es que se han centrado en conceptos científico-naturales muy específicos.

En otras áreas como las ciencias sociales y la historia, el conocimiento sobre los conocimientos previos de los estudiantes es escaso (Carretero y Voss, 1994; Carretero y otros, 1994) planteándose si esas ideas previas tendrían características semejantes a las del área científico-natural o tendrían otras características debido al tipo de conocimiento. Parece necesario un mayor trabajo teórico y empírico en diferentes dominios (lengua materna, lenguas extranjeras, música, educación física, enseñanza técnico-profesional...) y el desarrollo de nuevas metodologías que permitan identificar de modo más preciso y detallado, las ideas de los estudiantes.

Según el enfoque constructivista, aprender ciencias es cambiar los

conocimientos previos de los estudiantes por conocimientos científicos. Dependiendo de la organización que se le atribuya a ese conocimiento previo, podremos interpretarlos como concepciones o ideas alternativas o bien como teorías implícitas.

Las ideas alternativas estarían constituidas por piezas de conocimiento dispersas y con poca coherencia entre sí, debiendo ser, por lo tanto, estudiadas y modificadas de forma relativamente independiente unas de otras. En este caso, el cambio conceptual implicaría, según DiSessa (1993), un aumento en la coherencia, desde las dispersas ideas previas, producto de la percepción directa y fenoménica del mundo, que se activan en función del contexto, hasta las teorías científicas.

La otra posibilidad de organización que mencionábamos era la de las teorías implícitas, que aunque se diferenciarían de las teorías científicas, serían consistentes con un criterio útil a esa teoría implícita. Chi, Glaser y Rees (1992) mostraron que los noveles clasificaban los problemas siguiendo criterios superficiales, mientras que los expertos lo hacían mediante criterios conceptuales. Pues bien, esos criterios superficiales son los que organizarían las teorías implícitas. Según Pozo y otros, (1991), esas teorías implícitas tendrían origen en un aprendizaje asociativo, como la semejanza o la contigüidad, actuando como reglas heurísticas para la activación de los conocimientos que componen las teorías. En este caso, el cambio conceptual estaría dirigido a aumentar la coherencia de esas teorías, y en ello, la toma de conciencia y reflexión sobre el propio conocimiento tiene un papel clave (DiSessa, 1993; Carey, 1991; Carretero, 1993; Vosniadou, 1994).

Otros autores también han estudiado esa organización del conocimiento previo del estudiante, y según las distintas posiciones, lo que cambia en el cambio conceptual son los modelos mentales que el estudiante construye como fruto de su experiencia (Vosniadou y Brewer, 1992),

teorías (McCloskey, 1983; Smith, Carey y Wiser, 1985; Carey, 1985; Wellman, 1990; Brewer y Samarapungavan, 1991), ideas fragmentarias, asistemáticas y basadas en la intuición y en la experiencia directa (DiSessa, 1983, 1988; Solomon, 1983) o esquemas conceptuales.

El estudio presentado por Biemans, Deel, y Simona (2001), se diseñó para explorar las diferencias, tanto cuantitativas como cualitativas, en las actividades de aprendizaje entre estudiantes de éxito y de menos éxito, mientras trabajan con una estrategia caracterizada por la activación asistida por ordenador de las concepciones de los estudiantes mientras que éstos procesan textos expositivos, dirigida a la activación del conocimiento previo y cambio conceptual.

Esta estrategia, denominada por los autores CONTACT-2, se caracteriza por un modelo de activación heurístico orientado al proceso, consistente en cinco pasos buscando la activación del conocimiento previo y el cambio conceptual:

1. Búsqueda de las propias preconcepciones.
2. Comparación y contraste de esas preconcepciones con la nueva información.
3. Formulación de nuevas concepciones, basadas en los pasos previos.
4. Aplicación de las nuevas concepciones.
5. Evaluación de las nuevas concepciones basadas en los pasos previos.

En cuanto a los resultados del estudio presentado por Biemans y colaboradores (2001), destacamos que los estudiantes de éxito consiguieron mejores resultados de aprendizaje con respecto a los

diferentes pasos de la estrategia, que los estudiantes de menos éxito (diferencias cuantitativas), así como también consiguieron realizar de una mejor forma los diversos pasos (diferencias cualitativas).

Los estudiantes de éxito, en el primer paso, búsqueda de las propias preconcepciones, tienden a relacionar la pregunta y las correspondientes alternativas de respuesta con su conocimiento previo. Cuando ya han seleccionado una respuesta, en un 50% de los casos proporcionan una razón por la que han hecho esa elección. Durante el segundo paso, comparación y contraste de las preconcepciones con la nueva información, la calidad de las elaboraciones de los estudiantes es bastante alta, identificando correctamente la existencia de similitudes y diferencias entre sus preconcepciones y el texto. De hecho, el estudiante logra un cambio conceptual en un nivel preliminar. Durante el tercer paso, formulación de nuevas concepciones, se realiza el cambio conceptual: los estudiantes formulan una concepción científicamente aceptada y proporcionan una correcta argumentación. Esta concepción es bastante estable, ya que el rendimiento de los estudiantes en los dos pasos posteriores, aplicación de las nuevas concepciones y evaluación de las nuevas concepciones, contestan las preguntas prácticas correctamente y evalúan su nueva concepción con una correcta comparación y contraste de esa nueva concepción con la respuesta en la cuestión práctica.

El proceso de aprendizaje de los estudiantes de menos éxito es diferente en cuanto a la calidad de la realización de las actividades de aprendizaje cognitivo. En el primer paso, estos estudiantes no relacionan la pregunta y las alternativas de repuesta con su conocimiento previo. Cuando eligen una respuesta no dan razones de ello. En el segundo paso, la calidad de las elaboraciones de los estudiantes es pobre, y como no tienen bases sólidas para el cambio conceptual, en el tercer paso no construyen concepciones aceptadas

científicamente.

Debemos destacar que las diferencias cuantitativas y cualitativas en las actividades de aprendizaje cognitivo, entre estudiantes de éxito y de menos éxito aparecen durante el segundo paso, cuando comparan las preconcepciones con la nueva información. Así, el modo en el que se realizan el segundo paso de CONTACT-2 parece crucial para la efectividad de la estrategia, esto es, parece existir una fuerte relación entre la calidad de las elaboraciones de los estudiantes en el segundo paso institucional y la calidad de sus concepciones finales y su rendimiento. Esto podría ser explicado por la existencia de un mejor conocimiento metacognitivo y habilidades de autorregulación en los estudiantes de éxito.

Las implicaciones didácticas que se derivan de este estudio hacen referencia a que las estrategias instruccionales para la activación del conocimiento previo y cambio conceptual deben emplear todas las actividades de aprendizaje cognitivo incluidas en el modelo de activación, es decir, los diseñadores instruccionales y los profesores deben activar a los estudiantes mediante trabajos, cuestiones y retroalimentación para buscar sus propias preconcepciones, para comparar y contrastar esas preconcepciones con la información nueva, construir nuevas concepciones, aplicar esas nuevas concepciones y evaluarlas.

Como vemos, hay diferentes aproximaciones sobre qué es lo que cambia en el cambio conceptual, como también aparecen diferencias en cuanto al tipo de cambio y cómo se produce: por ejemplo, Carey (1985) distingue entre reestructuración débil y reestructuración fuerte y Thagard (1992); Chi, Slotta y De Leeuw (1994) hablan de la creación de nuevas categorías ontológicas o de la reasignación de los conceptos a una categoría diferente.

5.3.2. La naturaleza del cambio conceptual.

En la mayoría de modelos de cambio conceptual existentes se diferencian varios procesos o mecanismos de aprendizaje de conceptos científicos que reflejarían fases previas al proceso de reestructuración, apareciendo así el cambio conceptual como el último escalón de un proceso que necesita muchos cambios menores (cuantitativos y cualitativos) hasta llegar a la reestructuración conceptual. Entre esos procesos de aprendizaje previo requerido por el cambio conceptual, Pozo (1997) destaca el enriquecimiento o incremento de conocimientos (basado en aprendizaje fundamentalmente asociativo); la diferenciación e integración conceptual (proceso de ajuste en el significado de los conceptos que componen la teoría); y la reestructuración o cambio conceptual radical.

Thagard (1992), establece en su modelo de cambio conceptual que para que se produzca el cambio radical en los principios organizadores es necesario que se hayan producido otra serie de cambios menores en la estructura conceptual de la disciplina. En orden creciente de complejidad, esos cambios serían:

1. Revisión de creencias. Añadir o quitar una característica o rasgo secundario en la definición del concepto.

2. Reorganización conceptual. Modificar la estructura conceptual del dominio mediante:

2.1. La descomposición de un fenómeno, hasta entonces considerado unitario, en otros más elementales.

2.2. La diferenciación entre casos hasta entonces considerados como similares.

2.3. La integración, generando un nuevo concepto para integrar fenómenos hasta entonces dispares.

3. La suma e integración de estos cambios producirá la reestructuración de la jerarquía o el árbol de conocimientos en un dominio.

En la evolución del conocimiento científico se producen continuamente cambios menores en la estructura conceptual de las disciplinas, que sólo en ocasiones llevan al cambio conceptual radical, y esto también debería ocurrir en la construcción del conocimiento por los estudiantes en el aula. Para ello sería necesario jerarquizar los contenidos conceptuales de las materias para que sea posible recorrer el árbol de conocimientos que nos propone Thagard (1992) hasta alcanzar, sólo cuando sea necesario para dar sentido los conceptos previamente adquiridos, la reestructuración del mismo. Esa reestructuración de conocimientos será necesaria solamente cuando entre la teoría implícita y la científica existan supuestos incompatibles.

Vosniadou (1994) distingue entre las teorías específicas de dominio, que describen y predicen acontecimientos concretos en un ámbito específico y la teoría-marco, que recoge ciertos principios ontológicos y epistemológicos en los que se basaría la teoría específica de dominio. El cambio conceptual será necesario cuando se intente asimilar una nueva teoría de dominio a una teoría marco con supuestos incompatibles, que de otro modo daría lugar a la aparición de *misconceptions*.

Chi (1992); Chi, Slotta y Leeuw (1994), proponen una teoría del cambio conceptual en la que tratan de identificar los principales obstáculos epistemológicos para el aprendizaje de la ciencia en diversos dominios. Según ésta teoría, todos los objetos y entidades del mundo se pueden categorizar en un número limitado de categorías ontológicas (materia, procesos y estados mentales), subdivididas a su vez en otras categorías. El cambio conceptual sería necesario cuando un determinado concepto científico se basara en una categoría ontológica incompatible con la teoría personal. Así, no hay cambio conceptual radical si no se producen cambios de categorías ontológicas principales, produciéndose sólo cambios menores. Sin embargo, todos los cambios ontológicos no presentan la misma dificultad, por lo que el modelo tiene una capacidad limitada por predecir cuándo será necesario el cambio conceptual radical.

Ante esta dificultad, Pozo (1994); Pozo y otros (1992) plantean que el cambio conceptual requiere superar ciertas restricciones comunes a las teorías implícitas en diversos dominios. En este caso, existirían características comunes a los sistemas de procesamiento en diferentes dominios, posiblemente debidas a la generalización partiendo de los conocimientos de dominios iniciales. Según los autores, algunas de las estructuras conceptuales que los estudiantes deben construir para asimilar los conceptos científicos de modo adecuado son: *la interacción de sistemas*, ya que la mayoría de las teorías científicas requieren entender las situaciones como una interacción de sistemas en la que se produce una relación causal recíproca, frente al pensamiento cotidiano según el cual la relación entre causa y efecto es lineal y en un solo sentido; *la cuantificación de las relaciones*, ya que la ciencia se caracteriza por el uso de operaciones cuantitativas precisas, que determinan si existe un relación entre dos hechos y en qué grado existe, frente al pensamiento cotidiano en el que se tiende a establecer

relaciones cualitativas entre hechos que usualmente no somos capaces de cuantificar; *la conservación dentro de sistemas de equilibrio*, ya que la mayor parte de los conocimientos científicos implican una conservación, mientras que el pensamiento causal cotidiano tiende a centrarse en el cambio más que en los estados.

5.3.3. Procedimientos de promoción del cambio conceptual.

Alexander (1996) considera que los conocimientos previos del estudiante son el andamio que soporta la constitución de todo el futuro aprendizaje. La activación del conocimiento previo puede promover una mayor reestructuración del conocimiento existente (cambio conceptual) para proveer a los estudiantes de un campo conceptual más fructífero en contextos específicos (Duit, 1999). Siempre habrá un conocimiento previo sobre el que el estudiante construya su conocimiento. Pero esos conocimientos previos pueden ser erróneos. Por lo tanto es necesario distinguir entre un conocimiento que se opone al cambio conceptual y el que simplemente es conocimiento incompleto que se mejora con el que se recibe posteriormente.

Limón (2001) señala tres tipos de estrategias instruccionales para promover el cambio conceptual: a) la inducción del conflicto cognitivo mediante datos anómalos; b) el uso de analogías para guiar el cambio de los estudiantes; y c) aprendizaje compartido para promover la discusión colectiva de ideas.

5.3.3.1. Analogías. Buscando similitudes entre dos dominios.

En ocasiones, los estudiantes no activan su conocimiento previo de forma automática y necesitan soporte instruccional para activarlo y para aprender significativamente (Biemans, 1997). Es preciso reconocer la necesidad de utilizar el conocimiento previo, aunque esté equivocado, como puente para introducir el nuevo conocimiento. Esto es lo que se ha denominado el uso de la analogía en el ámbito didáctico (Carretero y Limón, 1997). La cuestión central es cómo un sistema instruccional puede ayudar a los estudiantes a usar su conocimiento previo correcto, sin la creación de interferencias, y simultáneamente hacer frente al conocimiento previo erróneo o parcialmente incorrecto.

Hesse (1966) indicó que las analogías jugaban un papel clave en el desarrollo histórico del conocimiento científico. Aunque el aprendizaje mediante analogías no ocurre únicamente en contextos científicos, las analogías parecen herramientas poderosas para el aprendizaje de la ciencia en las escuelas, especialmente cuando preconcepciones de los estudiantes y los conceptos científicos son incompatibles, es decir, es necesario un cambio conceptual. Sin embargo, Duit (1991); Glynn, Duit y Thiele (1996) muestran que las analogías pueden fallar en la promoción del cambio conceptual.

La analogía se presenta como una relación ente dos dominios. Ciertos

aspectos son similares entre los dos dominios y eso constituye la relación analógica. Esa similitud puede hacer referencia a aspectos superficiales o a aspectos profundos. El aprendizaje por analogía no es un proceso meramente unidireccional, sino que incluye cambios en las percepciones entre las dos partes de la analogía.

El razonamiento analógico es un aspecto clave en el proceso de aprendizaje desde una perspectiva constructivista: cada proceso de aprendizaje incluye la búsqueda de similitudes entre lo que ya se sabe y lo nuevo, lo familiar y lo desconocido (Wittrock y Alesandrini, 1990). Los nuevos esquemas surgen a través del continuo desarrollo de los esquemas existentes o la reconstrucción de los mismos. Las nuevas estructuras conceptuales se desarrollan transfiriendo estructuras de dominios familiares a nuevos dominios, es decir, estableciendo una analogía entre lo familiar y lo desconocido.

Las perspectivas de cambio conceptual han mostrado ser útiles en la enseñanza de la ciencia donde las concepciones cotidianas de los fenómenos son incompatibles con las concepciones científicas. En ese caso, los procesos de aprendizaje requieren una mayor reestructuración de las preconcepciones de los estudiantes, y ahí juegan un papel central las analogías, en la reestructuración de las concepciones de los estudiantes.

No podemos ignorar que, en ocasiones, el dominio base es desconocido para los estudiantes como el domino a aprender, requiriendo ese dominio base una mayor reestructuración. En este caso, la naturaleza asimétrica de la relación analógica puede proporcionar la posibilidad del desarrollo simultáneo de ambos dominios.

Duit el al. (2001) recogen tres funciones de las analogías claramente diferenciadas. Por un lado la función educativa, cuando un profesor o un libro de texto proporciona una analogía con cierta intención educativa; por otro lado señalan la función heurística que aparece

cuando el estudiante intenta hacer uso de analogía proporcionada anteriormente; y por último, la función explicativa, cuando los investigadores analizan en conjunto las funciones educativa y heurística desde su perspectiva, aquí se usa la analogía como herramienta explicativa para entender los procesos de aprendizaje y el papel de la analogía en ese proceso de aprendizaje.

Duit y colaboradores (2001) analizan el papel de las analogías en una unidad instruccional en el ámbito de las ciencias. También analiza los microprocesos del razonamiento analógico incluyendo cómo los estudiantes construyen descripciones observacionales de analogías proporcionadas en la forma de dibujos y artefactos físicos y como los estudiantes generan relaciones analógicas para comprender en un dominio desconocido. Los autores concluyen que las analogías pueden ser herramientas poderosas para el aprendizaje de la ciencia desde la perspectiva del cambio conceptual. Además, demuestran que las analogías proporcionadas a los estudiantes por el profesor o por el texto pueden influir en el aprendizaje y comprensión de los estudiantes del fenómeno desde una perspectiva científica. Así, la enseñanza de estrategias tiene que desarrollar las relaciones analógicas y el contexto en la dirección deseada, y esto requiere la guía del profesor.

Un aspecto relacionado con el desarrollo de las relaciones analógicas es el análisis el discurso, que permite entender a los estudiantes en el desarrollo de esas relaciones mediante la microestructura de la conversación. Las sentencias de observación permiten a los estudiantes usar el discurso basado en sus experiencias cotidianas del mundo físico para describir el fenómeno que no es directamente accesible mediante nociones científicas que no se refieren a la experiencia directa.

Duit y colaboradores (2001) encontraron que los estudiantes tendían a pronunciar sentencias de observación para fenómenos del dominio base y el desconocido. Sin embargo, observaron que en pocas ocasiones los

estudiantes generaban y probaban relaciones analógicas entre esos fenómenos por ellos mismos. Un gran número de las comparaciones hechas estuvieron basadas en sentencias de observación de aspectos superficiales.

La perspectiva del cambio conceptual empleada por los autores incluye aspectos sociales de la construcción del conocimiento, desarrollados dentro del constructivismo social. Esa noción de cambio conceptual incluye además la posibilidad de vías de aprendizaje (Scott, 1992) a lo largo de las cuales los estudiantes progresan de sus concepciones previas hacia concepciones científicas, centrándose en el potencial de analogías dadas como soporte de aprendizaje exitoso. Los autores también se centran en la construcción del conocimiento en comunidades de aprendices mediante el estudio del discurso de los estudiantes en pequeños grupos y en situación de clase.

5.3.3.2. Conflicto cognitivo. Choque de conceptos.

Muchos modelos proponen explicar el cambio conceptual enfatizando el papel del conflicto cognitivo como condición central. El modelo de Posner y colaboradores (1982) considera el conflicto, generado por un choque con los conceptos existentes, como un primer paso para el logro del cambio conceptual.

Thagard (1992) analizó varias revoluciones conceptuales en la ciencia y propuso una teoría del cambio conceptual. Señaló que en muchas de esas revoluciones científicas, los datos anómalos juegan un papel

importante en el proceso de cambio conceptual. Distingue diferentes pasos en el proceso de sustitución de una teoría por otra: ignorando los datos anómalos; incorporación de los nuevos datos a la vieja teoría; suplantación y finalmente, disgregación de la vieja teoría que se cambia por una nueva.

Chinn y Brewer (1993) proponen siete tipos de respuestas a los datos anómalos: ignorarlos, rechazarlos, excluirlos, mantenerlos en suspenso, reinterpretarlos, cambios periféricos y cambio de la teoría.

Chan, Burtis y Bereiter (1997) describen dos aproximaciones fundamentales en el procesamiento de la información contradictoria: la asimilación directa que implica el adecuar la información nueva con lo que ya se sabe; y la construcción del conocimiento, que implica el tratamiento de la información nueva como algo problemático que necesita ser explicado. Chan y colaboradores elaboran una escala para evaluar las reacciones de los individuos en el procesamiento de la información contradictoria, distinguiendo cinco niveles:

1. Subasimilación, cuando la información nueva se hace reaccionar en un nivel asociativo.

2. Asimilación directa, cuando la nueva información se asimila si ya era conocida o se excluye si no se ajusta a los conocimientos previos. La nueva información puede ser ignorada, denegada, excluida o distorsionada para hacer que se ajuste a las creencias previas.

3. Construcción superficial, cuando la nueva información es comprendida, pero las implicaciones para las propias creencias no son consideradas. No hay integración de las ideas implícitas con la nueva información. Puede considerarse una nueva idea en el caso de que esto no implique la revisión de las propias creencias o ideas.

4. Construcción del conocimiento implícita, en la que la información nueva es tratada como algo problemático que necesita ser explicado. Se identifica el conflicto y la información nueva se considera diferente de las propias creencias. Se identifican las inconsistencias y se construyen explicaciones para reconciliar el conflicto de conocimiento.

5. Construcción de conocimiento explícito, en el que la información nueva se acumula para la construcción de la coherencia en el dominio. Se buscan las conexiones entre la nueva información y se identifican las hipótesis conflictivas para explicar el dominio en cuestión.

El paradigma del conflicto cognitivo implica:

a) Identificación del estado actual de conocimientos del estudiante.

b) Presentar a los estudiantes información contradictoria, normalmente a través de textos e interlocutores (que pueden hacer explicita la contradicción o solo guiar al debate entre compañeros), o a través del profesor y las nuevas tecnologías.

c) Evaluar el grado de cambio ente las ideas previas de los estudiantes y las ideas después de la instrucción.

Existe una serie de estudios que analizan los resultados negativos obtenidos por el conflicto cognitivo en la promoción del cambio conceptual (Eylon y Linn, 1988; Dreyfus y colaboradores, 1990; Baillo y Carretero, 1996; Guzzetti y Glass, 1993; Tillena y Knol, 1997; Limón y Carretero, 1997).

Aunque también se han obtenido resultados positivos, como los presentados por Dreyfus y colaboradores (1990) señalando efectos positivos del conflicto cuando el conflicto y la solución tenían significado para el alumno. También presentan algunos resultados positivos otros estudios como los de Pearsall, Skipper y Mintez (1997);

Jensen y Finley (1995) y Tsai (2003).

Tabla 4.

Variables contribuyentes al conflicto cognitivo significativo

DEL ESTUDIANTE	DEL CONTEXTO SOCIAL	DEL PROFESOR
• Conocimiento previo • Motivación e intereses • Creencias epistemológicas • Valores y actitudes • Estrategias de aprendizaje • Habilidades de razonamiento	• Papel de los compañeros • Relaciones alumno-alumno. • Relaciones profesor-alumno. • Relaciones profesor-grupo.	• Conocimiento de la materia. • Motivación e intereses • Creencias epistemológicas • Valores y actitudes • Estrategias de enseñanza • Nivel de formación

Adaptada de Limón (2001)

Limón (2001) recoge los problemas que plantea el conflicto cognitivo en la implementación en el aula para promover el cambio conceptual, y los agrupa en tres tipos: los referentes a cómo hacer que el problema cognitivo tenga significado para los estudiantes; los referentes a problemas teóricos generales que la investigación sobre cambio conceptual todavía tiene que resolver pero que son fundamentales par la implementación de la estrategia y el aula; y los referentes a los problemas prácticos que plantea la implementación de las estrategias de cambio conceptual en el aula.

El conflicto cognitivo parece ser un punto de partida en el proceso del

cambio conceptual, y para empezar ese proceso, el conflicto debe tener significado para el individuo. Para inducir ese conflicto cognitivo lleno de significado, los estudiantes deben estar motivados e interesados en el tópico de estudio, activar su conocimiento previo y tener ciertas creencias epistemológicas y habilidades de razonamiento adecuadas para aplicarlas. Y no es fácil tener todos estos aspectos.

La estrategia de presentación de datos anómalos o contradictorios suele ser considerada la mejor forma de inducir al conflicto cognitivo, aunque realmente no es la única, Limón (2001). En la Tabla 4, se resumen las variables recogidas por Limón, que contribuyen a inducir el conflicto cognitivo lleno de significado.

5.3.3.3. Aprendizaje compartido. Discusión colectiva de ideas.

Muchos investigadores están de acuerdo con que los ambientes de aprendizaje pueden sustentar el aprendizaje activo y guiar a los estudiantes en la adquisición de procesos autorregulados. Esto puede realizarse animando a los estudiantes a participar en proyectos, solucionar problemas complejos, diseñar y llevar a cabo experimentos, pensar sobre sus ideas, escuchar las ideas de otros y asumir el control de su aprendizaje (Vosniadou y colaboradores, 2001). Es necesario que en el diseño de los ambientes de aprendizaje se considere la relevancia y el significado de las tareas de aprendizaje.

El aprendizaje es una actividad que ocurre en un contexto sociocultural, y por tanto, como afirman Vosniadou y colaboradores (2001), cuando el aprendizaje se sitúa en contextos del mundo real, lo que se aprende se recuerda mejor y se facilita la transferencia. En las escuelas se debería animar a los estudiantes a trabajar con sus iguales y a aprender de ellos de modo que se tenga en cuenta sus diferencias individuales. Pero estos principios no son los únicos que debemos tener en consideración en el diseño de ambientes de aprendizaje, no podemos dejar de considerar los principios de adquisición de conocimiento en un dominio y en una materia específica dentro de ese dominio.

Vosniadov y Brewer (1987) plantean el cambio conceptual centrándose en la adquisición de conocimiento en sus dominios específicos y describen el aprendizaje como un proceso que requiere de una reorganización significativa de las estructuras conceptuales existentes y no únicamente de su enriquecimiento.

Vosniadov y colaboradores (2001) señalan que el cambio conceptual parece ser gradual y complejo, y en él, la información recibida por la instrucción o por la observación se incorpora al conocimiento base existente y puede producir diferentes resultados: añadir el nuevo conocimiento, crear nuevas explicaciones, concepciones erróneas y reestructurar el conocimiento base.

Frente a la postura de Vosniadov, se encuentra la de Passer, Strike, Hewson y Gertzog (1982), quienes centran su teoría en la incompatibilidad entre dos sistemas explicativos distintos e igual de bien organizados, uno de los cuales debe ser abandonado a favor del otro. Esta posición es contraria a lo mencionado anteriormente, que sugiere que el cambio conceptual es una revisión de un sistema conceptual inicial mediante una incorporación gradual de elementos de las explicaciones científicamente aceptados. Durante este proceso, los

estudiantes necesitan ayuda para ser conscientes de sus creencias y presuposiciones, para entender su naturaleza teorética y su posibilidad de falsificación, y además necesitan cambiar sus estructuras conceptuales de modo más consistente con las visiones aceptadas científicamente.

Teniendo en cuenta esto, Vosniadou y colaboradores (2001) recogen una serie de aspectos a considerar para el diseño de ambientes de aprendizaje: a) no centrándose únicamente en la amplitud del currículum, ocupándose solo de los conceptos a cubrir olvidado si los estudiantes los entienden; b) considerar el orden de adquisición de los conceptos; c) tener en cuenta los conocimientos previos de los estudiantes; d) facilitar la conciencia metacognitiva.; e) considerar la importancia de la motivación para el cambio conceptual; f)el conflicto cognitivo; y g) proporcionar modelos y representaciones externas.

Vosniadou y colaboradores (2001) argumentan que la adquisición de conceptos científicos requiere una extensa reorganización del conocimiento previo. También es fundamental considerar las representaciones mentales de los estudiantes sobre el fenómeno en estudio y el uso de modelos explícitos y representaciones durante la instrucción. Por último, llaman la atención sobre el hecho de que los estudiante no son conscientes de la naturaleza hipotética de sus creencias y presuposiciones y deben ser animados a realizar discusiones en grupo y experimentar para el desarrollo de la conciencia metaconceptual necesaria para la comprensión de conceptos científicos. También afirman que el cambio conceptual puede ser, al menos en ocasiones, iniciado, finalizado y consolidado mediante procesos sociales y culturales.

La investigación presentada por Mason (2001) trata de probar si los estudiantes pueden usar la escritura para aprender, como herramienta

de razonamiento, guía y comunicación de sus concepciones y el desarrollo de su comprensión, obteniendo que el discurso y razonamiento colaborativo creó o refinó su conciencia metaconceptual sobre sus propias representaciones, haciéndoles reconocer la necesidad de una revisión de conocimiento, y la escritura les ayudó a reflexionar en sus concepciones previas y actuales, aumentando la conciencia de los cambios en sus estructuras conceptuales. El acto de escribir es una herramienta para reflexionar sobre sus ideas previas y probar si las tienen que cambiar por las nuevas ideas o si las tienen que reformular para dar sentido al desarrollo del conocimiento. Al final de la experiencia, los estudiantes fueron capaces de hacer explícito un cambio exitoso en las concepciones que habían experimentado mientras aprendían los nuevos contenidos científicos, que puede ser expresado en una producción escrita.

Mason va más allá afirmando que cuando los estudiantes tienen la oportunidad de usar el discurso oral y escrito en su aprendizaje, para razonar, reflexionar y comunicar sus propias concepciones y su comprensión, se convierten en aprendices activos e intencionales, profundamente implicados en los planos motivacional, cognitivo y metacognitivo para tomar parte en su propio proceso de aprendizaje, teniendo la responsabilidad de solucionar los problemas de conocimiento.

Sintetizando las aportaciones revisadas hasta ahora, podríamos plantear que el verdadero cambio conceptual estaría ligado al cambio de las teorías, no al de los conceptos específicos que las componen. Los cambios conceptuales serían necesarios siempre que las estructuras conceptuales de la teoría disponible fueran incompatibles con los de la nueva teoría.

En su aplicación a la enseñanza, se trataría de jerarquizar las

dificultades conceptuales encontradas para establecer diferentes secuencias o recorridos didácticos para superar cada una de esas dificultades.

Algo común a todos los modelos revisados es el acuerdo en afirmar que el cambio conceptual es un proceso muy costoso y difícil que exige tiempo, debido a la resistencia que presentan los individuos a modificar sus representaciones iniciales, aún en el caso de poseer elevados conocimientos previos sobre la materia en la que se esté trabajando.

Los modelos tradicionales del cambio conceptual han asumido la idea de la sustitución conceptual, aunque como señala Duit (1994), ésta carece de apoyo empírico, ya que hay muy pocos datos que apoyen la idea de que la enseñanza de la ciencia hace abandonar las teorías implícitas con las que los estudiantes llegan al aula.

Pasamos ahora a analizar un nuevo planteamiento, que considera que en lugar de reemplazar las teorías implícitas por modelos científicos, ambos coexistan y se activen unos u otros dependiendo del contexto.

5.3.3.4. Activación contextual del conocimiento.

Caravita y Hallden (1994) plantean la coexistencia de sistemas alternativos de conocimiento dentro del mismo individuo, con lo que la adquisición de la nueva teoría o modelo no tendría por qué implicar un abandono de las teorías personales, ya que ambos tipos de conocimiento se utilizarían en situaciones distintas, sin que uno pueda reemplazar al otro. Pozo, Gómez, Crespo y Sanz, (1993), muestran datos experimentales referentes a que en la interpretación de ciertos fenómenos, los individuos disponen de varias teorías alternativas que utilizan en contextos diferentes. Esta activación contextual de teorías alternativas no es incompatible con la necesidad de cambio conceptual, ya que la nueva teoría sólo podrá ser comprendida como tal, en la medida que se diferencie conceptualmente del modelo anterior, para lo que será necesario construir nuevas estructuras conceptuales en ese dominio basadas en principios explicativos distintos, porque de otro modo, los conceptos de la nueva teoría serían incorporados a la estructura anterior produciéndose una mezcla de teorías que ya no coexistirían en contextos distintos.

Llegados a este punto, es apropiado distinguir entre problemas científicos, problemas cotidianos y problemas escolares, y recordar a Pozo (1997), cuando plantea el cambio conceptual como el acercamiento del conocimiento personal al científico a través de situaciones y contextos de instrucción, que debe llevarse a cabo sin una pérdida de identidad de las diferentes situaciones y sin una separación de las mismas, sino con una diferenciación entre los tipos de contextos y sus metas. El estudiante debería de disponer de formas alternativas de conocimiento que debería saber diferenciar y utilizar de forma discriminada en función del contexto.

DiSessa (1993) afirma que los individuos expertos en algunas materias científicas hacen uso de ambos tipos de conocimiento: en situaciones que requieren únicamente una descripción usan sus teorías implícitas,

mientras que emplean las teorías científicas cuando aumentan las exigencias explicativas de la tarea, siguiendo un principio de economía cognitiva.

Desde esta vertiente, el estudio del cambio conceptual debe centrarse en la función de las variables contextuales en el uso de los diversos sistemas de conocimiento. Sin embargo, llegados a este punto debemos plantearos a qué nivel debe llevarse a cabo ese estudio de las variables contextuales. Los modelos conexionistas afirman que el conocimiento está distribuido entre distintas unidades neuronales y el aprendizaje se produce conectando esas unidades para producir las representaciones. Por otro lado, el enfoque sociocultural amplía la unidad de análisis, planteando que el conocimiento está distribuido entre personas, en contextos de interacción social, por lo que el aprendizaje se ve como un proceso de construcción social.

Tomando estos dos enfoques como complementarios en el estudio del cambio conceptual tenemos, como señala Karmiloff-Smith (1992), en los modelos conexionistas, un nivel adecuado para la interpretación de las teorías implícitas de los estudiantes, ya que como señalan Pozo y otros (1992), esas teorías implícitas en diversos dominios científicos parecen ser producto de un aprendizaje asociativo, ya que están basadas en reglas heurísticas, en lugar de en la reflexión y el metaconocimiento conceptual. Mientras que el enfoque socio cultural, parece más indicado para la explicación de los procesos de cambio conceptual, ya que podría proporcionar instrumentos metodológicos y conceptuales para diferenciar los contextos de adquisición y uso del conocimiento personal y el conocimiento científico. Pero esta explicación no podría realizarse, como afirma Pozo, (1997), al margen de los contenidos, que constituyen sistemas representacionales, que no por ser compartidos por una comunidad de aprendices, dejan de tener que ser interiorizados.

El modelo de las teorías implícitas asume que las personas construyen su conocimiento cotidiano en escenarios socioculturales, compartidos por otras personas que ya han construido o están en vías de construir su conocimiento (Winegar y Valsiner, 1992). Pero los escenarios pueden variar en función de los actores, sus motivaciones y metas, los tipos de tareas que realizan y las modalidades de negociación de sus significados. Rodrigo (1997) señala la existencia de al menos tres tipos de escenarios socioculturales: cotidiano, escolar y científico, y en cada uno de ellos se construye un tipo determinado de conocimiento. El conocimiento cotidiano representa todo aquello que compone nuestra experiencia sensible, mientras que el conocimiento escolar y el científico, representaría entidades del mundo físico y aspectos de las instituciones sociales. Por lo tanto, el mundo que se trata de representar en las escuelas y en el laboratorio es más complejo y abstracto que el mundo cotidiano. A continuación trataremos de explicar con mayor detenimiento estas afirmaciones.

En la epistemología científica se construye el conocimiento como modo de aproximación a la verdad. En la epistemología escolar, como muestra del nivel de comprensión del conocimiento alcanzado en un determinado dominio. Y en la epistemología cotidiana se construyen las teorías con el fin de producir transformaciones en el mundo que les rodea, por lo tanto deben ser eficaces para explicar y predecir el entorno físico y social y plantear posibilidades de acción (Pozo y otros, 1992; Rodrigo, Rodríguez t Manero, 1993).

El conocimiento cotidiano es un conocimiento implícito, de modo que las teorías cotidianas operan sin que las personas tengan conciencia de su presencia. Estas teorías solo se revelan al que las posee mediante reflexiones encaminadas a explicitarlas verbalmente, o cuando las preediciones y expectativas que resultan de las teorías no se confirman reiteradamente. Las teorías cotidianas no se construyen ni cambian

mediante procesos de comprobación de hipótesis (Kuhn, Amsel y O'Loughlin, 1988), y esto dificulta la revisión de las teorías y su modificación en función de los nuevos datos.

La construcción de teorías implícitas en escenarios socioculturales impone ciertas constricciones sobre su contenido y el modo en el que éstas se representan. En cuanto al contenido, tienen bastante de colectivas y normativas, al menos dentro de determinados grupos sociales, aunque las personas experimenten sus teorías como individuales y biográficas. Esto es así debido a que las personas que se exponen a experiencias parecidas, tienden a construir un conocimiento bastante similar. En cuanto a su representación, las teorías implícitas no se almacenarían en la memoria a largo plazo como esquemas globales, sino como redes de trazos que se activan y sintetizan en un contexto situacional determinado, en respuesta a una demanda cognitiva. La síntesis de trazos conteniendo información estereotipada sobre la teoría implícita se integraría en la memoria operativa con los trazos episódicos del modelo mental de la situación (Rodrigo, 1993). Esos modelos mentales de la situación elaborados por las personas, son susceptibles de modificación debido a las presiones de la negociación y del intercambio de ideas. Y como resultado del proceso negociador sería posible alcanzar un modelo mental compartido de la situación que estaría en la mente de cada participante.

Basándose en los modelos de Karmiloff-Smith (1992) y de Vosniadou (1994), Rodrigo (1997) propone una tipología de modelos mentales en función de las demandas cognitivas que, a su vez, caracterizan determinados niveles de construcción del conocimiento en un dominio determinado:

1. Nivel de acumulación de experiencias, caracterizado por la elaboración de modelos mentales de la situación implícitos y

específicos, con escaso conocimiento esquemático. Estos modelos se emplean para captar las regularidades en las situaciones e ir formando los trazos esquemáticos de la teoría implícita en la memoria a largo plazo.

2. Nivel de inducción-teorización, caracterizado por la elaboración de modelos mentales de la situación implícitos y genéricos, con gran cantidad de conocimiento esquemático, que se ha obtenido partiendo de la activación de síntesis de trazos de las teorías implícitas. Estas representaciones podrían servir de base para procesos cognitivos como memoria, comprensión y razonamiento.

3. Nivel de metacognición, caracterizado por la elaboración de modelos mentales explícitos partiendo de la verbalización del modelo mental implícito genérico, ajustándose a las demandas de la reflexión, comparación con alternativas, comprobación de hipótesis y detección de contradicciones.

La negociación de modelos mentales en los escenarios socioculturales para llegar a modelos mentales compartidos conlleva con frecuencia cambios en los modelos mentales de las personas, que implican el paso del conocimiento de unos niveles representacionales a otros. Los cambios más sencillos son aquellos que solo exigen una mayor complejidad en el modelo manteniéndolo implícito o explícito, siendo más complicados los cambios que suponen un cambio de escenario y el paso de modelo implícito a explícito.

Desde este planteamiento, el conocimiento cotidiano tiene importancia por sí mismo y se reconoce su papel en la construcción del conocimiento escolar. Existen relaciones entre el conocimiento cotidiano y científico, y más aún la coexistencia de ambos tipos de conocimiento, pudiéndose producir trasvases entre un tipo y otro de conocimiento, sin perder el sentido e identidad de cada uno y su ámbito

de aplicación: el conocimiento cotidiano puede aportar motivación y relevancia al conocimiento escolar, y éste a su vez, puede ayudar al primero a interpretar la realidad, haciendo más compleja y articulada la visión del mundo.

En la perspectiva del constructivismo social, los procesos de pensamiento e incremento de conocimiento son vistos como resultado de la interacción personal en contextos sociales de apropiación del conocimiento construido socialmente. La discusión entre iguales puede ser un contexto de aprendizaje colaborativo en el que los estudiantes estén motivados a considerar información nueva o conflictiva (Dole y Sinatra, 1998). Pontecorvo (1987, 1990, 1993) señaló que los participantes en una discusión en clase activan operaciones argumentativas a través de las cuales realizan operaciones epistémicas, esto es, procedimientos cognitivos que caracterizan el lenguaje del dominio, con lo que pueden alcanzar niveles más avanzados de comprensión sobre el objeto de conocimiento examinado (Mason, 1996; Mason y Santi, 1998).

Según Chi (1992) la efectividad de la interacción social en el aprendizaje de la ciencia puede atribuirse al hecho de que el contexto de aprendizaje colaborativo anima a la producción de autoexplicaciones sobre la información que es inviable y requiere una completa comprensión del objeto de aprendizaje. Un contexto de aprendizaje colaborativo puede crear una conciencia metacognitiva de las propias concepciones consideradas como objetos de cognición (Kuhn, 1993). Mediante la confrontación de ideas y siendo criticadas por otros, los estudiantes pueden probar su adecuación y cuestionar su propio sistema de conocimiento (Mason y Santi, 1998). La conciencia metaconceptual de las propias representaciones, a través de las cuales se interpreta y se hacen predicciones sobre el mundo, es esencial en el cambio conceptual.

Martínez y Sauleda (1997) analizan el uso de estrategias constructivistas y colaborativas en el ámbito universitario, apoyándose en estrategias de cambio conceptual y de construcción social del conocimiento. Los autores plantean que el cambio conceptual es más efectivo cuando es implementado con estrategias que fomentan la autonomía del grupo y la corregulación de los ritmos e intencionalidades del aprendizaje. La metodología empleada en el trabajo se basó en la resolución de problemas auténticos en escenarios de aprendizaje situado. Los resultados del trabajo de Martínez y Sauleda (1997) mostraron un alto nivel de motivación, implicación, participación y respuesta por parte de los alumnos. Debido a esa alta implicación de los alumnos, pudieron aprender de su propia práctica, pudiendo contrastar realmente la viabilidad de sus propuestas.

Por último, los autores afirman que "el aprendizaje social debe articularse en una acción que busque interconexionar estrechamente los aspectos individuales y sociales del aprendizaje en una espiral reciproca recursiva y sinérgica de relaciones entre la interacción dinámica de la comunidad de práctica y el individuo".

En el trabajo de Mason (2001) se examina si los estudiantes pueden implicarse, con un discurso y razonamiento colaborativo, en la construcción de un conocimiento colaborativo más avanzado sobre nuevos tópicos. Y los datos muestran que los estudiantes son capaces de discutir en grupo sobre un objeto específico de conocimiento y alcanzar altos niveles de razonamiento y argumentación. Además, los datos muestran que en las discusiones se alcanzó colectivamente por los participantes un nivel más avanzado hacia la perspectiva científica estudiada. De modo más específico, el razonamiento y argumentación en grupos de discusión indicó que mediante la oposición crítica y la co-construcción, los estudiantes negociaron significados e ideas para construir un conocimiento común nuevo en el que se basaron

explicaciones más avanzadas del fenómeno examinado. Las dinámicas argumentativas desarrolladas en la discusión muestran que los estudiantes emplearon afirmaciones, oposiciones, justificaciones y contraposiciones como estrategias de argumentación. Al mismo tempo, activaron operaciones epistémicas, esto es, procedimientos cognitivos para argumentar en la disciplina específica de dominio, mientras usan esta metodología típica y procedimientos explicativos para apoyar sus propios puntos de vista.

En relación con este aspecto, el estudio de Wiser y Amin (2001) se ha centrado en el efecto de la enseñanza metaconceptual en un aspecto particularmente problemático del cambio conceptual requerido para lograr una comprensión científica del fenómeno térmico. Esa enseñanza metaconceptual incluye referencia explicita al hecho de que personas noveles y científicos usan las mismas palabras para diferentes referentes y que ambas conceptualizaciones cotidianas y científicas pueden ser integradas en un sistema conceptual con la explicación de las conceptualizaciones cotidianas por las científicas. Este aspecto de la enseñanza permite a los estudiantes lograr una reorganización ontológica fundamental. La concepción científica llega a ser compatible con la concepción cotidiana, y al mismo tiempo más fácilmente diferenciada de ella. La concepción cotidiana continúa existiendo pero de modo ontológicamente diferente, y las dos concepciones coexisten pero de una forma integrada que puede verse como sustitución de la concepción cotidiana inicial.

El planteamiento de Wiser y Amin tiene muchos puntos en común con Chi (1993,1997); Chi y Slotta (1993), al considerar que el cambio conceptual no es siempre continuo, el cambio ontológico es importante, no es necesaria la inducción del conflicto cognitivo y que la enseñanza del contenido debería minimizar la asociación con la ontología "errónea". Pero también difiere en numerosos aspectos: por ejemplo,

Chi propone que los estudiantes necesitan reasignar entidades de una categoría a otra (saltar de una rama del árbol a otra), mientras que Wiser y Amin defiende que los estudiantes deben ser impulsados explícitamente a diferenciar entre la visión científica y la cotidiana, e integrarlas de un modo coherente. Slotta y Chi proponen un entrenamiento general, mientras que Wiser y Amin proponen la enseñanza metaconceptual que es específica en un dominio.

Wiser y Amin (2001) afirman que un acercamiento para la inducción del cambio conceptual fundamental que explicita la integración del conocimiento cotidiano y científico, tiene la ventaja que presentando la visión científica como una explicación de la visión cotidiana se evita el problema de que los jóvenes adolescentes no sean capaces de adoptar una visión relativista del conocimiento. Los autores ven necesaria una enseñanza metaconceptual, que permita a los estudiantes asimilar plenamente los modelos científicos, permite a los estudiantes hacer pleno uso de los modelos, y deshacerse de hipótesis incorrectas.

5.4. Aspectos sociales y contextuales de la adquisición de habilidades. Aprendizaje situado.

Uno de los movimientos actuales más fuertes en el estudio de los aspectos instruccionales que facilitan la adquisición de habilidades intelectuales en el contexto escolar, es el que sienta sus bases sobre el aprendizaje situado e incorpora los aspectos sociales y contextuales donde tiene lugar la adquisición de las habilidades.

Salomon (1993) afirma que los estudios sobre la cognición humana deben estar basados en la idea de que la cognición está distribuida entre los individuos, que el conocimiento se construye socialmente mediante esfuerzos colaborativos, y que la información se procesa entre los individuos y las herramientas proporcionadas por la cultura.

Desde esta perspectiva, la habilidad no reside, ni el desarrollo del talento ocurre, en la cabeza del estudiante, sino que se conceptualiza como una colección de relaciones funcionales distribuidas entre personas y en contextos particulares en los que los individuos tienen habilidades de conocimiento, Snow (1992).

Algunos acercamientos contemporáneos hacen referencia al ambiente cuando hablan de la inteligencia, como por ejemplo Sternberg (1985) en su teoría triárquica incluye interacciones ambientales en la subteoría contextual, Ceci (1990) desde un acercamiento bioecológico señala el papel del contexto; Das, Naglieri y Kirby (1994) describen los procesos cognitivos específicos que pueden estar influenciados por el ambiente, y Gardner (1983, 2001) enfatiza el contexto cultural a través de su teoría de las Inteligencias Múltiples. Todos ellos hacen referencia al contexto como el lugar donde se aplica el talento.

Barab y Plucker (2002) presentan la habilidad intelectual y el talento como términos que describen los mismos procesos, ante lo que plantean el término “talented transactions”, con el que caracterizan la habilidad o el talento como un conjunto de relaciones funcionales distribuidas entre personas y en contexto; la habilidad y el talento

surgen en la transacción dinámica entre el individuo, el ambiente físico y el contexto sociocultural.

Los autores ven el desarrollo del talento como un proceso transaccional que implica la transformación activa del individuo, el ambiente y mundo sociocultural. Por lo tanto, el talento es una entidad social, que es socialmente producida y validada (Dewey, 1938). De este modo, una parte importante del comportamiento talentoso implica la comprensión de cómo actuar de manera consistente con los modos socioculturalmente establecidos.

El desarrollo del talento, (Barab y Plucker, 2002) no es una actitud aislada e independiente del contexto, sino que es un proceso participativo que implica práctica y es parte de un sistema ecológico.

Smutny (2003) recoge una serie de recomendaciones para el desarrollo de programas para estudiantes con talento, considerando los aspectos característicos del estudiante así como los aspectos característicos e implicados en el contexto.

Desde la visión ecológica, se mantiene que el conocer es una actividad que está determinada por el individuo y el ambiente (Brown y colaboradores, 1989; Pramat y Folien, 1994). La cognición se explica en términos de las relaciones entre los aprendices y las propiedades de los ambientes específicos (Young, 1993). Por la tanto, desde esta perspectiva, la separación del aprendiz del material que va a aprender y del contexto en el que ocurre el aprendizaje, es imposible.

Barab y Kirshner (2001); Cobb y Yackel (1996) afirman que el conocimiento y el contexto están irreductiblemente co-construidos, y el aprendizaje está conectado con las particularidades del contexto en el que ocurre. De lo que se desprende que la percepción y la cognición no son propiedades o posesiones de la mente del individuo, sino que son

actos dinámicos y contextualizados o conjuntos de relaciones, distribuidas entre individuos y recursos y contextos en los que funcionan. Así, la competencia no se describe como interna o externa, sino como interna, externa y una combinación de ambas.

El centro del diseño instruccional será el ver al estudiante como un agente activo productor de significado y contexto, para lo que es necesario la creación de contextos y la ayuda a los estudiantes en transacciones exitosas con esos contextos.

El aprendizaje situado es aquel que tiene lugar en un contexto y en una situación dada. El modelo típico de este tipo de aprendizaje es el aprendizaje de oficios *in situ*, que se produce a través de la actividad práctica, en la que un maestro experto enseña los conocimientos y habilidades de un dominio, a través de la observación, el entrenamiento supervisado y la práctica (Resnick, 1996).

Slavin (1987) sugiere que un contexto social proporcionará un contexto motivacional en el que los individuos generarán más explicaciones y elaboraciones. Brown y colaboradores (1993) por su parte, señalaron que se produjo cambio conceptual en alumnos y profesores en una situación de clase, bajo condiciones de expertez situada, en la que, diferentes estudiantes investigaron subtópicos particulares de un dominio y comunicaron sus hallazgos al resto.

Webb (1989), en una revisión sobre los efectos de la interacción entre iguales en el contexto de pequeños grupos, encontró que la actividad en grupo mantuvo mayores niveles de elaboración y explicación, así como un mayor rendimiento.

Blaye y colaboradores (1991) encontraron que estudiantes de 11 años, trabajando en parejas en la solución de problemas basados en ordenadores, rindieron mejor en la área que cuando trabajaban solos

en una tarea de transferencia.

El concepto de aprendizaje situado enfatiza el contexto cultural en el que se adquiere la habilidad intelectual. A este respecto, Brown y colaboradores, (1989); Lave, (1989); Lave y Wenger, (1991) afirman que la adquisición de la habilidad y el contexto social no pueden separarse.

El acercamiento de los modelos cognitivos del aprendizaje con las teorías del aprendizaje situado ha dado lugar a actuaciones prácticas de gran interés instruccional. Aunque las distintas propuestas instruccionales derivadas de la cognición situada presentan algunos matices diferenciadores (Castejón, 2001), todas ellas conceden importancia a algunos aspectos comunes.

Una de estas propuestas es el diseño de ambientes amplios de aprendizaje en los que se facilite la adquisición y aplicación de conocimientos y habilidades desde múltiples perspectivas. Uno de los centros de trabajo más activo en este campo es el Grupo de estudio sobre Cognición y Tecnología de la Universidad de Vanderbilt (CGTV), que propuso el diseño de ambientes de aprendizaje acordes con el carácter social, y situado sobre todo, de la cognición. Brown, Collins, y Duguid (1989) comenzaron proponiendo la adaptación de los métodos de los aprendices de oficios, basados en la observación y la práctica guiada en contextos naturales, a los entornos escolares en los que se aprenden las distintas disciplinas, para pasar posteriormente a extender su propuesta a las escuelas en su conjunto (CTGV, 2000).

Las características principales de estos ambientes de aprendizaje han sido recogidas en trabajos recientes (Bielaczyc y Collins, 1999; CTGV, 2000; De Corte, 2000), mientras que la utilidad de la instrucción situada para acelerar la adquisición de habilidades, ha sido puesta de manifiesto en el trabajo de Gott y Lesgold (2000).

De Corte (2000) recoge una serie de principios de aprendizaje, en los que se refleja que los ambientes de aprendizaje deben inducir y apoyar la adquisición de procesos orientados a metas, constructivos y acumulativos, mediante el aprendizaje por descubrimiento y la exploración personal por un lado, y la instrucción sistemática y la orientación por otra. Los ambientes de aprendizaje también deben mejorar la autorregulación de los estudiantes en sus procesos de aprendizaje, para que sean cada vez más agentes de su propio aprendizaje los ambientes de aprendizaje deben situarse en contextos auténticos que tengan significado personal para los estudiantes, con abundantes recursos y ,materiales de aprendizaje y que ofrezcan oportunidades para la colaboración. También deben adaptar el apoyo instruccional, cuidando la autorregulación de los estudiantes y considerando las diferencias individuales tanto en las aptitudes cognitivas como en las características afectivas y motivacionales. Por último, los ambientes de aprendizaje deben integrar la adquisición de habilidades cognitivas generales en dominios específicos de contenido.

Goldman, Petrosino y el CTGV (1999) establecen unos principios para la instrucción y el diseño de ambientes de aprendizaje en dominios de contenido, basados en los estudios sobre la expertez y el aprendizaje situado. Entre estos principios adquiere relevancia el empleo conjunto de: el andamiaje experto, las oportunidades de recibir retroalimentación informativa, la reflexión, la autorregulación y la oportunidad de trabajar de forma colaborativa como una comunidad de aprendizaje, a nivel de aula y a nivel de organización de la escuela.

En propuestas recientes, Barab y Hay (2001) y Barab y colaboradores (2000) plantean el uso de Internet para conectar a los estudiantes al mundo real practicando en contextos auténticos.

Herringtong y Oliver (2002) recogen las características de un ambiente

de aprendizaje situado:

1. Proporcionar contextos auténticos que reflejen el modo en el que se usa el conocimiento en el mundo real, preservando la complejidad del mundo real sin fragmentar o simplificar el ambiente.

2. Promover actividades autenticas, que son relevantes en el mundo real, poco definidas, que permitan que los estudiantes definan las tareas y subtareas requeridas para completar la actividad, con un periodo de tiempo para la investigación, que proporcione la oportunidad de distinguir la información relevante de la irrelevante, que permitan la colaboración y que se integren en distintas áreas.

3. Facilitar el acceso a realizaciones expertas, el acceso a aprendices en varios niveles de expertez, y a la observación de episodios en la vida real.

4. Proveer de múltiples perspectivas y papeles, y la oportunidad de expresar diversos puntos de vista mediante la colaboración, así como varias posibilidades de investigación para poder llevar a cabo la observación repetida.

5. Fomentar la construcción colaborativa del conocimiento, con tareas individuales y en grupo, la organización de la clase en parejas o en pequeños grupos y una estructura que incentive el logro de todo el grupo.

6. Impulsar la reflexión para permitir la formación de abstracciones, con contextos y tareas auténticas, facilitando que los estudiantes puedan volver a algún elemento del programa si lo desean y actuar reflexivamente, dando a los estudiantes la oportunidad de compararse con los expertos y con otros estudiantes, y, fomentando los grupos colaborativos que permitan la reflexión.

7. Promover la articulación para permitir que el conocimiento tácito se haga explícito, mediante grupos colaborativos que permitan la comprensión individual y socialmente, así como mediante la presentación pública del argumento para permitir la articulación y defensa del aprendizaje.

8. Procurar entrenamiento y andamiaje por parte del profesor, en los momentos críticos, y mediante el aprendizaje colaborativo, donde los compañeros más capaces pueden ayudar.

9. Ofrecer una evaluación autentica de los aprendizajes en las tareas.

Considerando todas estas características de los ambientes de aprendizaje situado, Herringtong y Oliver (2002) proponen e implementan un programa multimedia en el campo de la enseñanza de las matemáticas, encontrando que la colaboración juega un importante papel en el modelo de aprendizaje situado, no solo por sí misma, sino también como vehículo para la operativización de muchos otros elementos del modelo. Los resultados sugieren que los estudiantes se beneficiaron de la oportunidad de reflexionar y articular el conocimiento con un compañero. Los estudiantes participantes en el estudio dieron mucha importancia al contexto auténtico proporcionado por el programa, que permitió la unión de teoría y práctica.

La combinación de un contexto auténtico, de una actividad auténtica y una auténtica evaluación con el trabajo colaborativo permitió a los estudiantes reflexionar, articular e interactuar con el programa y con los otros contextos llenos de significado, haciendo concluir a los autores que el modelo de aprendizaje situado es apropiado y efectivo para un ambiente de aprendizaje situado multimedia para la adquisición de conocimiento avanzado.

Una tarea de aprendizaje auténtico debe tener una serie de características: debería guiar al estudiante hacia la solución deseada de

modo que favorezca una exploración libre o una investigación autoguiada; debe admitir soluciones múltiples; no determinar explícitamente las acciones adecuadas; debe ser percibido como real y debe poseer criterios múltiples para la evaluación de soluciones. Jonassen (2000) afirma que los problemas o tareas de aprendizaje que poseen las características anteriormente mencionadas se conocen como problemas poco definidos o poco estructurados. Con este tipo de problemas, se anima a los estudiantes a participar en el proceso de aprendizaje y a construir su propio conocimiento mediante la experiencia directa y la interacción con la situación.

Hemstreet (1997) afirma que los diseños hypermedia pueden dar soporte a la complejidad de los ambientes de aprendizaje basados en problemas, situando el problema complejo en el formato de una historia y facilitando información adicional sobre el problema. Además, los hypermedia pueden proporcionar una base de datos de información donde se incluye mucha más información relacionada con el problema sin determinar cuál es la relevante para su resolución. Esa representación del problema en los hypermedia da soporte a las características de los problemas poco estructurados y puede proporcionar un medio efectivo y eficiente para diseñar casos para los ambientes de aprendizaje basados en problemas.

En un trabajo reciente, Dabbagh (2002), emplea los diseños hypermedia, centrándose en el uso del problema como un estímulo para una actividad auténtica. En dicho estudio analiza los efectos de la estructura del caso en la solución de problemas y la transferencia del conocimiento, empleando diseños de hypermedia de problemas poco estructurados jerárquicos y diseños no jerárquicos, para la creación de tareas de aprendizaje auténticas, significativas y de relevancia para el mundo real.

En el trabajo presentado por Renkel y Atkinson (2002), se pretende optimizar el aprendizaje mediante ejemplos, un modo de aprendizaje particularmente adecuado para la adquisición inicial de habilidades cognitivas, y todo esto mediante ambientes de aprendizaje basados en ordenadores. Esos ambientes pueden ser empleados, según plantean los autores, en actividades educativas estructuradas, como las realizadas en el aula, o bien adaptarlos para ser usados en situaciones menos estructuradas como las asociadas al uso informal de la Web. De este modo, los ambientes de aprendizaje son flexibles y ayudan a las personas en la adquisición de habilidades cognitivas, en el aprendizaje a lo largo de la vida, incluso ayudando a las personas a entender los cambios presentados por la creciente información y conocimiento del mundo contemporáneo.

Renkel y Atkinson (2003), señalan que el aprendizaje a través del trabajo con ejemplos, en comparación con la solución de problemas, es más efectivo durante los estadios iniciales de la adquisición de habilidades cognitivas. En estadios posteriores, sin embargo, la efectividad del aprendizaje a través de la solución de problemas es superior. En base a esto, los autores proponen un procedimiento en el que los elementos de la solución de problemas se integran sucesivamente en los ejemplos de estudio hasta que los estudiantes son capaces de resolver los problemas por sí mismos.

Bolan (2003), señala que las simulaciones por ordenador son útiles en la enseñanza de habilidades de toma de decisiones y pueden facilitar la comprensión de los estudiantes de un amplio cuerpo de conocimientos. Con esas simulaciones por ordenador se proporcionan a los estudiantes oportunidades para resolver problemas enfrentándose a situaciones reales-simuladas, en un ambiente libre de riesgos, con lo que se facilitará el desarrollo del pensamiento crítico y las habilidades de resolución de

problemas. Kneebone (2003), e un trabajo sobre el aprendizaje situado, señala el potencial de la simulación para enriquecer la práctica diaria.

Kreijns; Kirschner y Jochems, (2003) también plantean ambientes de aprendizaje empleando el aprendizaje cooperativo basado en ordenadores, proponiendo y evaluando técnicas para instructores y educadores.

Asan (2003), plantea el aprendizaje situado en un programa multimedia para la formación de profesores, comparándolo con las clases magistrales tradicionales. Hallando que los participantes en el programa multimedia obtuvieron mejores resultados de aprendizaje. El programa multimedia permitió el enriquecimiento del aprendizaje proporcionando a los estudiantes la oportunidad de conocer y criticar colectivamente varios métodos de enseñanza y actividades de clase.

Desde la perspectiva de estudio de la competencia experta, Glaser (1996), Ericsson (1998) y Sternberg (1998, 1999), han propuesto asimismo una serie de principios instruccionales con la finalidad de mejorar la adquisición del conocimiento y las habilidades cognitivas.

Según Therhart (2003), el pensamiento y el aprendizaje están siempre envueltos en situaciones concretas y además el aprendizaje en la escuela estaría basado más claramente en situaciones auténticas con problemas auténticos ya que el valor de uso de lo que se está aprendiendo sería más experiencial. El primer principio de la instrucción debería anclar el aprendizaje y los principios de aprendizaje en situaciones concretas. Mediante la participación colaborativa en procesos de solución de problemas concretos y mediante el aprendizaje supervisado con implicaciones inmediatas para la acción, es posible mejorar en gran medida la efectividad de la enseñanza y el aprendizaje.

5.5. Principios instruccionales para el desarrollo de la competencia experta: Conclusiones.

La esencia de la realización experta conlleva una habilidades generalizadas para responder con éxito a las demandas de las nuevas situaciones y para ser capaces de adaptarse rápidamente a las nuevas condiciones. Para adquirir representaciones más elaboradas, el experto debe atender al control de aspectos relevantes en la realización y a una mayor habilidad para planificar y razonar sobre alternativas de acción. Esas representaciones mentales, además, sirven para que el experto siga aprendiendo y mantenga su nivel de realización, (Ericsson, 1998).en un estudio reciente, Goldman (2003), analiza el impacto de las representaciones verbales y no verbales en la adquisición de la expertez en una variedad de dominios complejos.

Goldman y colaboradores (1999) recogen una serie de características de los expertos, en función de las cuales se deberían diseñar los ambientes de aprendizaje de modo que ayudaran a los estudiantes a desarrollar los tipos de representaciones conceptuales, modos de pensar y prácticas sociales que definen el aprendizaje exitoso en dominios específicos.

Esas características de los individuos expertos son:

- *Un conocimiento bien desarrollado en sus campos de expertez*, lo cual tiene implicaciones importantes para lo que ellos perciben, representan y recuerdan cuando procesan la información, y para la flexibilidad con la cual pueden adaptarse a diferentes tareas y situaciones de aprendizaje en el campo.

- *Diferencias, con relación a los aprendices, en el procesamiento y en las estrategias de resolución de problemas.* Greene (1993) por ejemplo, señala que los expertos en el campo de la historia, relacionan el documento que están analizando con el conocimiento previo que poseen, mientras que los estudiantes, por el contrario, tienden a centrarse en la información del documento en particular.

- *Diferencias, con relación a los aprendices, en la representación y memoria.* El conocimiento de los expertos se caracteriza por representaciones mentales ricas que tienen modelos mentales coherentes y consistentes sobre las relaciones entre los eventos o partes del fenómeno. Esas representaciones tienden a reflejar profundidad, mientras que las representaciones de los principiantes tienden a ser más superficiales y fragmentarias. La coherencia y elaboración de las representaciones mentales es importante porque tienen importantes efectos sobre cómo procesamos la información.

- *Fuertes habilidades de auto monitorización* que junto con un conocimiento profundo, les permite evaluar y resolver relaciones entre diferentes fuentes de información.

- *Diferencias, con relación a los aprendices, en cuanto a la flexibilidad y transferencia.* Las diferencias en procesamiento, estrategia y representación entre expertos y noveles en un dominio tiene implicaciones para la habilidad de uso e interpretación de hechos y procedimientos flexiblemente y para la transferencia a otras situaciones.

No podemos olvidar que los expertos funcionan normalmente en contextos sociales como comunidades o equipos de práctica. Por tanto, los ambientes de aprendizaje requieren una cultura de clase para el aprendizaje efectivo basada en principios que reflejan la perspectivas cognitivas y socioculturales del aprendizaje.

Cobb (1994); De Corte, Creer y Vershaffel (1996); Therhart (2003), consideran el conocimiento como una construcción activa de los estudiantes a través de la interacción con sus ambientes físicos y sociales y a través de la reorganización de sus propias estructuras mentales.

Goldman y colaboradores (1999) recogen cuatro principios para la creación de ambientes de aprendizaje en dominios de contenido:

1. El primer principio que señalan se refiere a que *la instrucción está organizada alrededor del aprendizaje significativo y metas apropiadas*. Cuando el aprendizaje ocurre en contextos significativos y con metas apropiadas es más probable que el conocimiento sea representado coherentemente.

En el análisis de libros de texto de ciencias Chambliss y Calfee (1989) encontraron que el aprendizaje ocurre de forma fragmentada, con actividades que no están relacionadas y separadas de contextos significativos. El resultado es que los estudiantes normalmente ven las áreas de contenido como un conjunto de hechos no relacionados. Mediante las estrategias de aprendizaje, el aprendizaje puede ser más significativo, ya que éstas ayudan a que el conocimiento sea más interconectado y coherente. Hay técnicas que promuevan el aprendizaje estimulando las conexiones con el conocimiento previo, algunas diseñadas en los materiales (organizadores avanzados, dibujos, fotos) y otras que emplean los estudiantes cuando interaccionan con el material (resumen, explicación).

Otra estrategia para mejorar el aprendizaje es el empleo de autoexplicaciones (Chi, Bassok, Lewis, Reimann y Glaser, 1989; Coté y Goldman, 1999; Renkel y Atkinson, 2002). De hecho, las estrategias que promueven el procesamiento activo de la nueva información en relación al conocimiento previo, ayuda al establecimiento de

conocimiento interconectado.

Una característica de los problemas auténticos, es que normalmente requieren extensos periodos de tiempo para resolverlos. Y si queremos que los estudiantes dediquen grandes periodos de tiempo a tareas de aprendizaje, deben estar motivados e interesados. Con respecto a este asunto, McCombos (1991, 1996) sugiere que la instrucción organizada alrededor del aprendizaje significativo, y con metas apropiadas, creará y mantendrá la motivación e interés del estudiante. Esto ha implicado el aumento del aprendizaje basado en proyectos e investigación como medio para que el estudiante adquiera y use el conocimiento de un dominio específico. Para ese trabajo en proyectos, es necesario que los profesores proporcionen andamiaje (VanMerrienboer y colaboradores, 2003), retroalimentación y oportunidades de reflexión y estructuras de clase participativas que permitan acceder a los alumnos al contenido como el que desarrollan los expertos en el dominio.

2. El segundo principio para la creación de ambientes de aprendizaje es que *la instrucción debe proporcionar andamiaje para mejorar el aprendizaje significativo.*

Los problemas significativos son normalmente más complejos que las típicas tareas escolares, y los estudiantes necesitan soporte para trabajar con esa complejidad. Según la perspectiva de la cognición situada, el paso de novel a experto en una materia implica un aprendizaje cognitivo en la cultura y práctica de la disciplina; y en este proceso está implicada la participación guiada con una transferencia gradual de responsabilidad. La interacción con adultos o compañeros más capaces es una forma de andamiaje que permite al estudiante trabajar en sus niveles potenciales. El propósito de las interacciones es que los estudiantes desarrollen estrategias que sustituyan la estructura de soporte permitiendo a los estudiantes pensar por sí mismos y

generalizar su conocimiento. En general, el andamiaje es necesario para ayudar al estudiante a ser experto.

Goldman y colaboradores recogen dos formas de andamiaje, por un lado la interacción con otros que poseen más conocimientos, y por otro, el modelado, visualización y representación. El modelado se realiza de varias formas: los profesores usan normalmente demostraciones para ayudar a los estudiantes a entender varios conceptos y procedimientos en dominios de contenido. Otro modo es incluyendo ejemplos de trabajo y grabaciones de personas solucionando problemas, ante las que los estudiantes adoptan el papel de críticos dando opciones sobre cómo planificar. Estas sesiones cuentan con las ventajas de que son muy motivantes por los estudiantes y ofrecen excelentes oportunidades para las discusiones basadas en el contenido, (Renkel y Atkinson, 2002).

Mientras que las técnicas de visualización y representación de conceptos y sus relaciones permiten al estudiante organizar su conocimiento. El ver el conocimiento representado de diferentes formas tiene sus ventajas, ya que se obtienen diferentes dimensiones de la misma situación, se hacen obvias las relaciones funcionales y se crean codificaciones múltiples y aumenta la profundidad de procesamiento.

3. El tercer principio hace referencia a que *la instrucción debe proporcionar oportunidades para la retroalimentación, la revisión y la reflexión*. Los expertos poseen fuertes habilidades de autodirección que les permite regular sus metas de aprendizaje y actividades. La retroalimentación, la revisión y la reflexión son aspectos críticos para el desarrollo de la habilidad del aprendizaje autorregulado. La autorregulación requiere suficiente conocimiento para evaluar el pensamiento, para producir auto-retroalimentación y para acceder al conocimiento sobre cómo hacer las revisiones necesarias, por lo que los estudiantes pueden regular efectivamente lo que saben y hacer uso

efectivo de la retroalimentación sin tener una comprensión profunda del dominio. Los estudiantes autorregulados producen retroalimentación sobre su propia realización y ajustan su aprendizaje en respuesta a ella, (De Groot, 2002). Los ambientes de aprendizaje necesitan ayudar al estudiante a entender que las oportunidades de identificar ideas que no estén claras y descubrir errores en el propio pensamiento, son signos de éxito y no de fracaso, y son claves para el aprendizaje efectivo (Dweck, 1989).

Chillarege, Norstrom y Williams (2003), señalan que los participante en el proceso de adquisición de la habilidad estudiada (procesamiento de palabras) desde la perspectiva de aprendizaje de los errores obtuvieron mejores resultados que desde la perspectiva de evitación del eror. Del mismo modo, los participantes desde la perspectiva de metas de aprendizaje obtuvieron mejor rendimiento que los participantes desde la perspectiva de metas de rendimiento.

El desarrollo del experto requiere práctica a lo lago de un extenso periodo de tiempo. La retroalimentación, la reflexión y las oportunidades de revisión dan al estudiante la oportunidad de practicar usando habilidades y conceptos. Las teorías cognitivas de adquisición de habilidades sitúan la importancia de la práctica en que influye en la reducción de la cantidad de recursos de procesamiento necesarios para ejecutar la habilidad. La práctica con retroalimentación de mejores resultados que la práctica sola.

4. Por último, el cuarto principio para el diseño de ambientes de aprendizaje, señala *que la instrucción está comprometida con la promoción de la colaboración, distribución de la expertez y el entrar en el discurso de la comunidad de aprendices.*

Ya hemos hablado de la especificidad de dominio del experto. En los ambientes de trabajo, esta especificidad hace necesarios grupos de

expertos para trabajar juntos en la resolución de problemas importantes. Asimismo, en los ambientes de aprendizaje escolar, los contextos auténticos y significativos de aprendizaje son normalmente bastante complejos, y la colaboración puede hacer esta complejidad más manejable.

Jonson, Maruyama, Jonson, Nelson y Skon, (1981), afirman que trabajando colaborativamente se obtienen mejores resultados de aprendizaje que trabajando de forma individual. Los ambientes cooperativos son excelentes modos de hacer visible el pensamiento, generando y recibiendo retroalimentación y revisando, ya que los miembros se proporcionan retroalimentación unos a otros. Sin embargo, para que el trabajo en grupo sea efectivo, uno de los requisitos fundamentales es que se de la participación de todos los miembros del grupo.

Lave y Wenger (1991) señalaban que el aprendizaje en la práctica es un tipo de enculturación, de unirse a una comunidad de práctica. Un aspecto clave en esta socialización en la práctica es la oportunidad de hacer una contribución autentica a la comunidad, y mientras que los noveles no tienen las suficientes habilidades para asumir un papel mental, deben realizar tareas periféricas pero auténticas.

Dreyfus y Dreyfus (1986) y Berliner (1988) plantearon que los expertos no actuaban siguiendo reglas derivadas de su conocimiento de orden elevado, sino usando una comprensión de la situación compleja, una destreza práctica que viene de su experiencia amplia y profunda. La clave para el desarrollo de habilidades de este tipo es la práctica en contextos auténticos, que son los únicos en los que los noveles pueden aprender e interpretar las situaciones y a resolverlas efectivamente.

Uno de los rasgos del aprendizaje en un contexto práctico es que los expertos son capaces de guiar a los noveles a través de la complejidad

de la práctica. En este aspecto, Brown y colaboradores (1998) desarrolló el concepto de aprendizaje situado mediante el análisis del modo en que los noveles aprendían de los expertos. Describiendo también, las estrategias que pueden emplearse para desarrollar la competencia de los noveles: modelado, entrenamiento, andamiaje, articulación, reflexión y exploración, (Charles y colaboradores, 2003). El modelo implica la demostración por parte de los expertos de aspectos particulares de la práctica, centrando la atención en los aspectos clave para la finalización exitosa de la tarea. El entrenamiento implica la provisión de retroalimentación al aprendiz sobre su actuación. Según el aprendiz se va haciendo más competente, el experto retira el apoyo para transferir la responsabilidad de la tarea al aprendiz. Conforme los aprendices aumentan su competencia, se les anima a usar estrategias más avanzadas como la articulación, reflexión o exploración. La articulación requiere que el aprendiz haga explicita su interpretación de la práctica, mientras que la reflexión es un proceso comparación entre su competencia y la del experto. Una vez que el aprendiz opera de forma competente, se le puede pedir que considere acercamientos alternativos a los problemas prácticos con los que se enfrenta.

Los emplazamientos prácticos representan la interfaz entre las perspectivas teóricas presentadas en el aula y la realidad de la práctica. Estos emplazamientos proporcionan a los aprendices la oportunidad de colocar parte de su conocimiento en un contexto apropiado y profundizar en él. Por otra parte, los emplazamientos prácticos son contextos sociales complejos y los aprendices tienen que conseguir entrar y ser aceptados por la comunidad de práctica. Parte de este proceso, y un aspecto crucial del aprendizaje de los estudiantes, es la capacidad de aprender de los miembros de la comunidad, (Charles y colaboradores, 2003).

En un estudio reciente, Cope, Cuthberyson y Stoddart (2000), analizan

el modo en el que un grupo de estudiantes de enfermería aprenden en emplazamientos prácticos, concluyendo que el uso explícito de las técnicas derivadas del aprendizaje situado puede ser beneficioso. Uno de los resultados observados por los autores es que en los emplazamientos prácticos el aprendizaje se sitúa en un contexto significativo, con lo que el conocimiento se sitúa en un contexto que tiene poderosos efectos situacionales en su significado.

Por otra parte, los autores resaltan la contribución del experto, por ejemplo, modelando la práctica adecuada, o dirigiendo la atención del estudiante hacia aspectos del caso de los que no se hayan dado cuenta, lo que les permite centrarse en el conocimiento teórico relevante.

Bennet y colaboradores, (2003) destacan, en el ámbito de la medicina, la importancia del trabajo colaborativo para el desarrollo de la expertez en un campo de especialización.

Baroody (2003); Baroody y Dowker (2003) analizan cómo pude desarrollarse la expertez mediante la instrucción en el dominio de las matemáticas, concluyendo que el aspecto clave está en el uso flexible y creativo de estrategias, lo que se denomina particularmente expertez adaptativa.

La importancia de este tema y el interés que suscita es elevado, muestra de ello es el gran número de estudios llevados a cabo. Queremos hacer mención para terminar, de una publicación muy reciente que recoge la mayor parte de los aspectos comentados en este apartado: el trabajo de De Corte y colaboradores (2003) en el que se identifican los componentes básicos y dimensiones de los ambientes de aprendizaje (aspectos de diseño instruccional para la mejora del uso productivo del conocimiento y de las habilidades, aprendizaje colaborativo; aprendizaje mediante ordenadores; y trabajo creativo); se recogen estudios en los que se analizan estos componentes y dimensiones de los ambientes de aprendizaje; se aportan herramientas

tecnológicas para dar soporte a esos ambientes de aprendizaje, y se analiza cómo la colaboración y la tutorización entre compañeros promueve el cambio conceptual y el aprendizaje intencional en diferentes dominios de contenido.



Capítulo 6. Estudios sobre la competencia experta.

La investigación sobre la expertez ha experimentado un gran crecimiento dentro de la psicología cognitiva y la ciencia cognitiva. Los esfuerzos actuales se encuentran orientados a la integración teórica de los numerosos resultados empíricos existentes sobre la conducta y la competencia experta y los temas relacionados como la adquisición del conocimiento y las habilidades en estadios superiores de aprendizaje. Nuestro objetivo en este capítulo es delinear una definición general del concepto de "expertez", del inglés "expertise", o como preferimos denominar el término de la "conducta y competencia experta"; introducirnos en su metodología de estudio; y hacer referencia a algunos temas relacionados y a algunas de las cuestiones que tiene planteados actualmente el estudio de este tópico.

El estudio de las características y desarrollo de la competencia experta es un tema central de la psicología y de la ciencia cognitiva en general, en el que confluyen diversas áreas de trabajo y diferentes perspectivas, tanto

teóricas como aplicadas, de la Psicología. El análisis de la competencia experta se encuentra en la encrucijada de estudio de la psicología cognitiva, la psicología experimental, la adquisición del conocimiento y las habilidades cognitivas, el aprendizaje complejo y la inteligencia artificial, por citar unas pocas áreas directamente relacionadas con el estudio de este tema.

En el estudio de la conducta y la competencia experta también coinciden dos tradiciones de investigación distintas, la básica y la aplicada. Así por ejemplo, a partir del análisis de los procesos de pensamiento que ponen de manifiesto personas expertas, ante tareas reales o en situaciones cercanas a ellas, se han comenzado a formular nuevos modelos sobre procesos básicos de memoria, tales como la limitación de la memoria a corto plazo o el funcionamiento de la memoria de trabajo. Por otro lado, los estudios de la psicología cognitiva sobre la expertez han dado lugar a numerosas aplicaciones prácticas entre las que destacan las relativas a la inteligencia artificial y la construcción de sistemas expertos (Hoffman, 1992; 1998; Quian y colaboradores, 2003); siendo asimismo estos estudios potencialmente relevantes para la mejora de la instrucción (Guillan y Schvaneveldt, 1999).

6.1.Competencia experta: definición.

Curiosamente, ha habido pocos intentos de definir la realización experta en los estudios iniciales realizados en este campo (Charness y Schultetus, 1999), aunque en la actualidad el tema suscita mayor interés.

A nivel general, el estudio de la expertez trata de describir y explicar lo que distingue a los individuos que destacan en un dominio, de los que destacan menos en ese dominio, área de conocimiento o actividad, así como de la gente en general (Ericsson y Smith, 1991).

En casi todos los ámbitos humanos siempre parece haber personas que realizan su trabajo a un nivel más alto que otras, gente que por alguna razón destaca de las demás. Históricamente, en el campo de la psicología tales individuos han sido calificados de excepcionales, superiores, superdotados, talentosos, especialistas, expertos o incluso personas con suerte. La denominación empleada refleja la atribución al principal factor responsable de su conducta destacada, sea hereditaria o adquirida, pero considerada más o menos estable y no debida a factores circunstanciales. Un sólo logro en una única situación no permite establecer que el logro sea debido a las características del individuo.

En la mayor parte de los dominios, la expertez se ha definido con relación a las diferencias individuales. Así, un experto puede ser definido como alguien que se sitúa en el 5% superior de personas que desempeñan en ese nivel en el dominio. Los expertos son aquellos cuyos rendimientos

sobresalen de la mayoría. El estudio de la expertez está dirigido a "entender y explicar lo que distingue a los individuos sobresalientes en un dominio de los individuos menos sobresalientes en este dominio, también como de la gente en general" (Ericsson y Smith, 1991, p. 2).

Esta es una definición basada sobre las diferencias individuales, que supone por tanto algunas asunciones sobre la adquisición y distribución de la expertez, de manera, que como algún autor ha señalado (Wagner, 1999), esta perspectiva excluye aquellos tipos de expertez que podrían mostrar la mayoría de los individuos, en vez de una pequeña minoría. La expertez podría ser definida también en términos del grado de ejecución basada en un criterio externo.

Por otra parte, ha habido varios acercamientos científicos en el estudio del rendimiento destacado de los individuos, que han llevado parejas distintas conceptualizaciones de los mismos, y han atribuido a diversas causas los factores explicativos de este alto rendimiento. Cada uno de estos acercamientos ha hecho uso además de unos métodos de investigación particulares.

Desde una perspectiva puramente descriptiva, y sin ánimo de formular en este momento un modelo o una teoría explicativa sobre la conducta experta, algo que se abordará posteriormente, resumimos en la tabla 5, los acercamientos principales en la explicación del rendimiento superior, siguiendo a Ericsson y Smith (1991).

Como podemos ver en la tabla 5, las causas a las que se atribuye el mayor rendimiento se agrupan en dos grandes categorías, aquellas que se consideran principalmente hereditarias y aquellas que se consideran principalmente adquiridas.

Entre las primeras, se sitúan las que conceden preponderancia explicativa a las habilidades generales, tales como la inteligencia excepcionalmente

alta entre los individuos, como es el caso del estudio de Terman y sus colaboradores (Oden, 1968; Terman y Oden, 1947). Entre las segundas, destacan las causas que sitúan en la práctica y el entrenamiento en un dominio particular, que llevan a un alto conocimiento específico de un contenido o actividad, la explicación de un mayor rendimiento en ese ámbito particular. Este segundo acercamiento es el que se corresponde mayoritariamente con el estudio de la expertez.

Desde nuestro punto de vista, y dejando de lado la dicotomía hereditario-adquirido, las causas explicativas del rendimiento sobresaliente se sitúan principalmente en dos factores: la inteligencia, en cuanto habilidad general, y el conocimiento relativo a un dominio particular de contenido o actividad.

Volviendo al tema de la definición de la expertez, Patel y Arocha (1999) consideran que "un experto es alguien que desempeña su trabajo en un nivel avanzado, que tiene abundante experiencia y conocimiento en un dominio particular" (Patel y Arocha, 1999, p. 129).

Ello implica que la expertez es específica de un dominio particular de contenido o actividad: si alguien es experto en una especialidad médica, por ejemplo, cardiología, esto no conlleva que sea un experto en otra especialidad médica. Esto sugiere también, que el experto ha de haber alcanzado un determinado nivel de edad para poder acumular esta enorme cantidad de conocimiento y experiencia, por lo que el experto es siempre un adulto con experiencia en un campo de actividad profesional.

Tabla 5.

Principales acercamientos a la explicación del rendimiento superior.

Causa	**Principalmente heredada** Habilidades generales Habilidades específicas	**Principalmente adquirida** Aprendizaje y experiencia General Práctica y entrenamiento específico en un dominio
Constructo	Inteligencia, personalidad Habilidad musical, artística, Etc.	Conocimiento general y estrategias cognitivas Conocimiento específico en un dominio o tarea
Acercamiento metodológico	Correlación con perfiles de personalidad o inteligencia.	Correlación con medidas de capacidades específicas. Investigación de estrategias comunes de procesamiento. Análisis de la ejecución en tareas específicas. Esto es, el acercamiento al estudio de la expertez.

Sin embargo, como los propios Patel y Arocha (1999) indican, "....el concepto de expertez sugiere un continuum desde novel a especialista, que constituye la base para diferenciar entre individuos con varios niveles de expertez. [...] Nosotros clasificamos diferentes niveles de expertez en medicina utilizando los siguientes términos:

- Novato: Un individuo que sólo tiene un conocimiento cotidiano de un dominio o que tiene los pre-requisitos de conocimiento asumidos por el dominio (por ej., personas que van a estudiar medicina).

- Intermedio: Un individuo que está por encima del nivel de novel pero que está más abajo del nivel de experto (por ej., estudiantes de medicina de cuarto año).
- Subexperto: Un individuo con conocimiento genérico pero con falta de conocimiento especializado en el dominio.
- Experto: Un individuo con conocimiento especializado en el dominio." (Patel y Arocha, 1999, p. 129).

En una revisión reciente sobre la definición del fenómeno de la expertez Ericsson, Patel y Kintsch (2000) señalan que durante las dos décadas pasadas, las definiciones dadas por los investigadores al término *experto* han incluido, desde los atletas de nivel mundial y los jugadores de ajedrez con un desempeño considerablemente superior (Ericsson y Lehmannn, 1996), a los estudiantes de bachillerato o primeros cursos universitarios (Sternberg, 1999; Veeman y Elshout, 1999). Algunos investigadores han utilizado incluso el término *expertos* para referirse a los niños de la escuela primaria con un conocimiento considerablemente mayor que el promedio en varios deportes, tal como hacen Schneider, Körkel y Weinert (1989) en uno de los estudios más citados en la literatura sobre la expertez.

Dada la diversidad de definiciones y la heterogeneidad de los individuos considerados como expertos, parece adecuada la propuesta de Ericsson y Smith (1991) de centrarse en grupos de expertos empíricamente bien definidos, que manifiesten una ejecución consistentemente superior en actividades o tareas que definen la expertez en su dominio. Esta definición tiene implicaciones para la metodología de estudio de la competencia experta, como veremos posteriormente.

Ericsson y Charness (1994) y Ericsson y Smith (1991) definen la realización experta como "una realización consistentemente superior en

un conjunto especificado de tareas representativas para el dominio, que pueden ser administradas a cualquier individuo." Cualquier individuo se refiere a alguien con al menos habilidades mínimas en el dominio de interés. En este sentido, no parece razonable emplear, en un estudio sobre la expertez, estudiantes de primer curso de medicina junto con especialistas médicos expertos. Es por esto que los estudios típicos sobre la expertez comparan noveles con expertos, no iniciados con expertos. Esta definición restrictiva de la expertez tiene la ventaja de no descansar sobre criterios tales como la nominación de compañeros o el nivel de mera experiencia en el dominio, entendida como años de actividad.

Sternberg (1994, 1995) considera el concepto de expertez como un concepto prototípico; esto es, definido de manera prototípica, mejor que como un concepto clásicamente bien definido. Además, en algunos dominios específicos, la expertez puede tener aspectos que no se aplican en otros dominios. Sternberg cita por ejemplo el campo de la danza donde los expertos necesitan un nivel de coordinación que no debería aplicarse a los expertos físicos teóricos. La gente no puede considerarse realmente como expertos o no expertos, sino más bien son expertos en varios grados. Su grado de expertez dependerá de la medida en que satisfacen una serie de criterios. Cuantos más atributos tengan, más probable es que sean expertos.

La consideración de la expertez como un prototipo implica que dentro de un dominio dado, la gente tiene una concepción compartida de lo que es un experto. Los atributos del prototipo pueden diferir quizá de dominio a otro. Por ejemplo, el psicólogo académico experto puede verse completamente diferente de un experto psicólogo clínico; de forma que la productividad y la calidad de la investigación se verán como mucho más importantes en el domino académico que en el clínico.

Los prototipos de expertez, sigue indicando Sternberg (1995), pueden variar en el tiempo y en el espacio. Cita por ejemplo que conforme el estudio de la economía llega a ser más cuantitativo, el conocimiento y la habilidad para utilizar técnicas econométricas podría incrementar su importancia en el prototipo del experto económico. Lo mismo que el economista experto en un país socialista podría ser una persona muy diferente de la de un país capitalista. De esta forma, los prototipos tienen un carácter dinámico más que estático.

Los prototipos pueden variar también a través de los grupos que hacen el juicio. Así, el público lego y los psicólogos académicos tienen prototipos muy diferentes de lo que es un psicólogo experto. Cada grupo, y sobre todo el grupo de psicólogos académicos, debe considerar su prototipo como el correcto. En este sentido la denominación de experto viene dada en buena medida por la consideración social de lo que es un experto en un campo determinado. No obstante, Ericsson y Smith (1991) señalan, a este respecto, que el juicio social puede no ser la evaluación más precisa de la habilidad actual de un individuo para el desempeño. De manera que, una forma de superar este problema es observar o medir la ejecución superior de un individuo bajo condiciones estándar y en tareas representativas de ese dominio, sin necesidad de ayudarnos de indicadores sociales o considerar éstos como complementarios.

Hoffman (1998) señala que uno de los retos de la psicología cognitiva actual es el de generar una definición operativa de la expertez que se centre en los factores cognitivos y que pueda emplearse de forma práctica para identificar expertos. Para ello, propone definir la expertez, en el nivel cognitivo, en términos de su desarrollo y de su contenido, las estructuras y los procesos de razonamiento de los expertos.

En cuanto al desarrollo de la expertez, Hoffman propone una progresión desde un entendimiento superficial y literal de los conceptos y problemas

(una característica distintiva de la cognición de los noveles) a un entendimiento conceptual y articulado de los mismos (una característica distintiva de la cognición de los expertos). La acumulación de conocimientos y habilidades, basadas sobre la experiencia y la práctica son la clave para el desarrollo de la expertez, no los procesos madurativos o el tiempo por sí mismo. Por tanto, dos expertos en un dominio pueden tener edades diferentes, y tiene más sentido hablar de niveles de desarrollo que de estadios, aunque algunos fenómenos parecen indicar que se producen cambios cualitativos conforme se va adquiriendo la competencia experta.

Para Hoffman (1998) los términos "novel" y "experto" no están aún claramente definidos, existiendo además otras distinciones sobre el continuum de desarrollo de la expertez, tales como:

- *Naive*. La persona totalmente ignorante de un dominio.
- *Novel*. Literalmente, alguien que es nuevo, y un miembro probable del dominio. Ha tenido alguna exposición mínima al dominio.
- *Iniciado*. Alguien que ha realizado una iniciación en el dominio. Un novel que ha comenzado una instrucción introductoria.
- *Aprendiz*. Alguien que está aprendiendo, como un estudiante que sigue un programa de enseñanza más allá del nivel introductorio. Tradicionalmente, el aprendiz se introduce en el dominio trabajando con alguien que está en un nivel más alto. El tiempo de aprendizaje depende del dominio, y varía de uno a 12 años, incluso en dominios de actividad manual.

- *Experimentado*. Una persona que ha adquirido la experiencia suficiente en el dominio para trabajar o aprender por sí sólo y que ha logrado un nivel de competencia suficiente en el dominio.

- *Experto*. La persona experimentada que destaca o sobresale de sus compañeros, considerado como tal por éstos, con un desempeño ajustado y confiable, cuya realización evidencia habilidades y economía de esfuerzo, y que puede tratar de forma eficaz con casos raros. Un experto es también alguien que tiene especiales habilidades y conocimientos derivados de una extensa experiencia y práctica en el dominio.

- *Master*. Tradicionalmente, un master es una persona experimentada o experta en el dominio que está también cualificado para enseñar en un nivel bajo. Forma parte de una elite de expertos, cuya ejecución es excepcional y cuyos juicios constituyen los estándares o ideales en ese dominio. Un master es también un experto que es considerado por otros expertos el especialista más destacado en el dominio.

Esta terminología constituye un paso hacia definiciones operativas de tipo práctico y de carácter descriptivo, que deben completarse con la especificación del funcionamiento cognitivo de los expertos, a partir de la investigación sobre el conocimiento de los expertos y sus procesos de razonamiento.

Sternberg (1998) establece una definición operativa de la expertez, que incluye una descripción del funcionamiento cognitivo, cuando señala que “Operativamente, por expertez en un dominio dado, me refiero a un prototipo de gente que:

- Tiene amplios y ricos esquemas (redes organizadas de conceptos) que contienen una gran cantidad de conocimiento declarativo sobre un dominio dado;
- Tiene unidades de conocimiento bien organizado, altamente interconectado (mutuamente accesible) sobre el contenido del dominio, almacenado en esquemas;
- Dedican proporcionalmente más tiempo determinando cómo representar los problemas que en buscar y ejecutar una estrategia;
- Desarrolla representaciones sofisticadas de los problemas, basadas sobre similitudes estructurales entre los problemas;
- Trabaja hacia atrás desde una información dada para implementar estrategias para hallar la solución del problema;
- Escoge generalmente una estrategia basada en esquemas elaborados;
- Tiene esquemas que contienen una gran cantidad de conocimiento procedimental sobre las estrategias del problema relevantes en el dominio;
- Tiene automatizadas muchas secuencias de pasos dentro de las estrategias de solución de problemas;
- Muestra una solución de problemas altamente eficiente; cuando se le imponen restricciones de tiempo, resuelve los problemas de forma más rápida que las personas noveles;

- Predice acertadamente la dificultad en la solución de problemas particulares;
- Controla o supervisa cuidadosamente sus propios procesos y estrategias de solución de problemas y;
- Muestra alta precisión en alcanzar soluciones apropiadas a los problemas" (Sternberg, 1998, p. 13).

La mayor parte de las características que aparecen en esta descripción de la conducta y la competencia experta fueron ya recogidas por Sternberg y French (1992), cuando definieron la expertez como " la habilidad para acumular nueva información, en forma utilizable, en sistemas locales de procesamiento y para ganar acceso a esta información conforme es necesaria". Definición que se ha extrapolado a otros dominios, como el deporte (Singer y Janelle, 1999).

Conforme avanzamos en las definiciones de la expertez, encontramos una tendencia a incluir aspectos relacionados con los mecanismos que median la realización experta. El estudio de estos mecanismos supone establecer, tanto los acercamientos metodológicos empleados como la conceptualización de la expertez. Los procedimientos de estudio de la expertez van ligados a la definición de la misma.

6.2. Aproximaciones al estudio de la competencia experta.

Se han utilizado diferentes aproximaciones científicas para investigar la realización sobresaliente. Estos acercamientos metodológicos quedan recogidos de forma esquemática en la tabla 5, y han consistido predominantemente en: a) la correlación de la ejecución con los perfiles de personalidad o inteligencia; b) la correlación con medidas de capacidades específicas; c) la investigación de estrategias comunes de procesamiento, surgida dentro de la psicología cognitiva; y, d) el análisis de la ejecución en tareas específicas, utilizado en el estudio de la conducta y la competencia experta.

Cuando la finalidad de los estudios es identificar talentos y capacidades, señalan Ericsson y Charness (1994), los investigadores han localizado expertos y entonces han comparado medidas de sus habilidades con las de otros individuos sobre tests estándar de laboratorio, compuestos de estímulos y tareas simples con el objetivo de minimizar cualquier efecto del conocimiento o las habilidades adquiridas anteriormente. Sin embargo, dada la falta de éxito de esta línea de investigación, los autores abogan por un acercamiento distinto que identifique los aspectos cruciales de la realización experta que estos expertos manifiestan regularmente en un nivel superior en su dominio. Si los expertos han adquirido su realización superior mediante la adaptación a las condiciones específicas en sus dominios, se necesita identificar, señalan Ericsson y Charness, tareas representativas que incorporen estas condiciones y que sean capaces de reproducir la realización natural de los expertos bajo condiciones controladas en el laboratorio.

De esta forma, el criterio para definir la conducta experta se sitúa en la realización superior consistente en un dominio, más que en la percepción de la expertez. En la mayoría de los dominios es fácil identificar individuos

que son reconocidos socialmente como expertos; más fácil que especificar realizaciones observables en los que estos individuos destacan. Sin embargo, para esta línea de investigación, predominante en el campo actualmente (Ericsson, Patel y Kintsch, 2000), el estudio de la expertez ha de realizarse siguiendo el segundo criterio, ya que la distinción entre la percepción de la expertez y la realización real experta es importante y útil en cuanto que muchas investigaciones muestran que la realización de algunos individuos que son nominados como expertos no es realmente superior (Ericsson y Charness, 1994).

Para Ericsson y Smith (1991), las características que diferencian la aproximación al estudio de la conducta experta, de los demás acercamientos, son dos: la primera, la necesidad de identificar o diseñar un conjunto de tareas representativas para capturar los aspectos relevantes de la ejecución superior en un dominio y elicitar la ejecución superior bajo condiciones de laboratorio; la segunda, la suposición de que el análisis sistemático de tipo empírico de los procesos que llevan a la ejecución o al desempeño superior permitirá la evaluación de los mecanismos críticos que median la conducta experta. Además, es posible analizar los tipos de aprendizaje o procesos de adaptación por los que pueden adquirirse estos mecanismos y estudiar su adquisición en la vida real o bajo condiciones de laboratorio.

Para los autores mencionados, este acercamiento es más limitado en su aplicación que los otros acercamientos mencionados más arriba. Mientras los otros acercamientos pueden utilizar indicadores sociales como variables criterio de la realización sobresaliente, la aproximación seguida en el estudio de la expertez requiere el diseño de un conjunto de tareas estandarizadas donde pueda ser demostrada la realización superior y reproducida de forma confiable.

Desde este punto de vista, una definición de la realización experta, que ha alcanzado un gran acuerdo, es la que dan Ericsson y Smith (1991), como *la realización consistentemente superior sobre un conjunto especificado de tareas representativas del dominio que puede ser administrado a cualquier individuo.* La razón para definir la realización experta en este sentido restringido, es que la definición satisface todos los criterios de los estudios de laboratorio y satisface casi todos los criterios seguidos para evaluar la realización en la mayor parte de los dominios de expertez estudiados hasta ahora.

En realidad se trata de un análisis de tareas representativas en cada dominio particular de que se trate, que permita, por una parte, evaluar la realización supuestamente superior del experto y, por otra, analizar los contenidos cognitivos, procesos y estrategias que subyacen su conducta manifiesta y definen la competencia experta.

Este acercamiento ha sido descrito más extensamente por Ericsson y Smith (1991) y es, en la actualidad, el más empleado en el estudio de la expertez. El procedimiento tiene sus inicios en los trabajos pioneros de De Groot (1978) y Chase y Simon (1973) y consta de tres pasos. El *primer paso* consiste en capturar la esencia de la realización superior bajo condiciones estandarizadas de laboratorio mediante la identificación de tareas representativas. El *segundo paso* envuelve un análisis detallado de la realización superior, normalmente a través de un análisis refinado de las secuencias de protocolos verbales para inferir los procesos cognitivos subyacentes que median la realización superior, también como el uso de manipulación experimental de los materiales que sirven de estímulos. El *paso tercero y final* conlleva el intento de explicación de las características, estructuras cognitivas y procesos que se ha encontrado median la realización superior de los expertos.

Un aspecto esencial de este acercamiento lo constituye el primer paso, ya que como señalan Ericsson y Smith (1991), "A menos que pueda capturarse adecuadamente en el laboratorio la esencia de la realización superior del experto, no puede analizarse posteriormente esta realización en términos de los procesos que la median" (Ericsson y Smith, 1991, p. 13).

Esta descripción general del procedimiento de análisis de la conducta y la competencia experta es aplicable a cualquier fenómeno que suponga una realización consistentemente superior que pueda ser capturada en el laboratorio. El procedimiento incluye el estudio de fenómenos denominados perceptuales (por ejemplo, la sexuación de pollos), motóricos (por ejemplo, la escritura a máquina), o basados en el conocimiento (por ejemplo, la física) dentro del mismo acercamiento global, lo que permite identificar temas metodológicos y teóricos comunes y considerar un conjunto común de mecanismos al explicar el logro de una realización superior en cualquiera de estos diferentes dominios.

Ericsson y Smith (1991) realizan una descripción detallada de cada uno de los tres pasos, mencionados anteriormente, en el estudio de la conducta y la competencia experta que consideramos de interés aquí.

A) Primer paso: capturar la realización superior.

El primer paso supone encontrar o diseñar un conjunto de tareas para capturar la realización superior en el dominio apropiado. La realización de estas tareas debe reflejar las características estables de la realización superior en la vida real. Además, la disponibilidad de este conjunto de tareas debe permitir estudiar la realización de los expertos extensamente para acumular información suficiente sobre los procesos que median la conducta experta.

Para algunos tipos de expertez es fácil identificar tal conjunto de tareas, pero en muchos casos es el paso más difícil. En todo caso, las tareas deben de satisfacer una serie de criterios, para que puedan considerarse adecuadas:

1) Deben capturar la expertez en la vida real. Existen pocos casos de expertez en la vida real en los que pueda demostrarse una realización superior bajo condiciones relativamente estandarizadas. Ejemplos de ello los tenemos en las personas que tienen excepcionales habilidades de cálculo mental o de memorización. Ellos a veces manifiestan su realización bajo condiciones semejantes a las del laboratorio. Sin embargo, aparte de estos casos es difícil el diseño de tareas estandarizadas que capturen la realización de los expertos en la vida real. Una forma de proceder es analizar cuidadosamente la realización experta en la vida real e intentar identificar actividades recurrentes que puedan ser reproducidas bajo condiciones controladas.

Una ilustración de este procedimiento lo tenemos en el estudio de De Groot (1978) sobre expertos ajedrecistas, en el que diseñó la tarea de seleccionar el siguiente mejor movimiento para una posición dada. Así, es posible coleccionar o diseñar un número amplio de tales posiciones con las que incluso los maestros de ajedrez no estén familiarizados y ver las respuestas dadas por los individuos. Como normalmente no existe una única respuesta o movimiento más adecuado se evalúan los méritos relativos de cada una de las posiciones seleccionadas.

En otros dominios complejos, tales como la física o el diagnóstico médico, los investigadores tienden a seleccionar un pequeño número de tareas que pueden constituir una muestra representativa de las tareas que realizan en la vida real, para lo que

llevan a cabo un análisis de la tarea (task analysis) que les permite especificar los requisitos y pasos en la realización de la misma y comprobar si estos pasos se corresponden con los que realizan los expertos en la vida real. Diferentes tipos de expertos médicos, por ejemplo, requieren distintas poblaciones de tareas, debido a la gran especialización existente dentro de este campo.

2) Debe encontrarse el estímulo adecuado para evocar una realización superior. Al capturar la realización en el nivel de experto, se debe intentar crear una situación que sea simple y aún lo suficientemente similar a la situación de la vida real para permitir la reproducción de la conducta experta bajo condiciones de laboratorio. La demostración de que una realización a nivel de experto puede reproducirse bajo condiciones controladas de laboratorio revela algo importante sobre el mecanismo que subyace a la conducta experta. Esto reduce el número de posibles variables del estímulo que son críticas para la realización, y puede también eliminar las covariaciones sistemáticas que deberían hacer la realización de la vida real mucho más fácil de lo que podría parecer inicialmente. Así por ejemplo, Ericsson y Polson (1988) investigaron la habilidad de camareros y camareras expertas para seguir las peticiones de los consumidores. Estos investigadores reprodujeron, bajo condiciones de laboratorio, la memoria superior relacionada con las peticiones a las camareras simulando consumidores reales con fotos de caras. Patel y Groen (1991) analizan las diferencias entre diagnósticos médicos basados sobre textos escritos en los que se presentan casos médicos y diagnósticos basados sobre entrevistas con pacientes reales, obteniendo resultados similares.

B) Segundo paso: análisis de la realización experta.

Una vez identificado un conjunto de tareas que puede capturar la realización de los expertos, se puede aplicar un conjunto de métodos de análisis de la psicología cognitiva para examinar las características asociadas a un tipo de expertez, con la finalidad de inferir los mecanismos que median la realización experta. Para seguir posteriormente una estrategia particular de investigación en este campo, como la comparación de expertos y noveles o el análisis intensivo de individuos expertos.

1) Métodos para inferir los procesos mediadores a partir del análisis de la realización competente.

Una vez que no pueden observarse de forma directa los procesos cognitivos que están detrás de la realización experta, se necesita llevar a cabo algún tipo de análisis cognitivo de la tarea que nos permita inferir los mecanismos responsables de la conducta experta.

Normalmente, el análisis de la tarea comienza con la elicitación de los protocolos verbales que evoca el individuo durante la realización de una tarea particular, a partir de los cuales se establecen la secuencia de pasos, conocimientos y estrategias, empleados por el individuo para llevar a cabo esa tarea.

2) Comparaciones entre expertos y noveles.

Una estrategia de investigación muy empleada en el estudio de las características de la conducta y la competencia experta, es la comparación de los resultados de los análisis cognitivos de la tarea, y más específicamente de los protocolos verbales obtenidos durante la realización de la misma, de individuos expertos y noveles en un dominio; con el objetivo, tanto de establecer las características

diferenciales de unos y otros individuos, como de inferir los mecanismos cognitivos subyacentes.

3) Estudios intensivos de individuos únicos en tareas diseñadas para analizar mecanismos cognitivos particulares

Además de los estudios de comparación de grupos presentados anteriormente, en los que se emplea un número reducido de tareas para elicitar los procesos cognitivos de los expertos y establecer las diferencias con los individuos noveles en este campo, se llevan a cabo muchos estudios destinados a describir los procesos cognitivos de sujetos únicos.

El procedimiento seguido consiste, generalmente, en analizar la realización y los protocolos verbales de los individuos ante diversas variantes de una misma tarea en la que se varía de forma sistemática alguna o algunas dimensiones, con la finalidad de contrastar hipótesis particulares sobre el funcionamiento cognitivo (Castejón, 1999). Como por ejemplo, el nivel de realización de individuos expertos ante tareas de memoria de contenido más o menos relacionado con el dominio de conocimiento en el que manifiestan su expertez, estudiado por Chase y Ericsson (1981).

En algunos casos, las tareas se diseñan para estudiar actividades o mecanismos cognitivos particulares, que se supone pueden ser mejor estudiados con esas tareas, como es el caso de la estructura cognitiva de los individuos expertos en un dominio, a partir de actividades que tratan de evaluar de forma más o menos indirecta esas estructuras o mecanismos. Por ejemplo, varios de los estudios realizados sobre solución de problemas en física por Chi, Feltovich y Glaser (1981), Larkin, McDermott, Simon y Simon (1981), sobre el tipo de representación inicial de problemas de física requerían de los estudiantes, expertos y noveles en la solución de problemas, que

clasificaran un conjunto de tarjetas, cada una de las cuales contenía un problema, en categorías. A partir de estos datos construyeron matrices de similitud entre problemas y derivaron la estructura cognitiva de uno y otro grupo, encontrando una estructura mucho más organizada en los expertos que en los noveles. En general, los métodos utilizados cuando se diseñan tareas específicas para analizar los mecanismos cognitivos que subyacen a la conducta experta, se han denominado métodos indirectos, una vez que los mecanismos hipotéticos se derivan de forma indirecta de los datos iniciales obtenidos a partir de la tarea propuesta (Castejón, 1997; 1999; Cooke, 1994; Hoffman, Shadbolt, Burton y Klein, 1995; Hoffman, Crandall y Shadbolt, 1998; Olson y Rueter, 1987; Olson y Biolsi, 1991).

De forma general, una vez que la realización experta puede elicitarse mediante una serie de tareas en el laboratorio, puede aplicarse el conjunto completo de métodos de la ciencia cognitiva para evaluar los procesos y estructuras cognitivas que median esa conducta. Estos mecanismos cognitivos se supone que son estables y no están influenciados por el tipo particular de tarea utilizada, ni por la situación de laboratorio en la que se realiza (Ericsson y Polson, 1988; Ericsson y Smith, 1991).

El peligro potencial de este acercamiento, apuntado por los propios autores está en "estudiar los aspectos de la realización "real" del experto con tareas que no se encuentran en el ambiente normal de los expertos" (Ericsson y Smith, 1991, p. 24). Este aspecto se tratará más adelante, al hilo de la discusión de la teoría ecológica de la competencia experta.

C) Tercer paso: explicación de la realización superior de los expertos.

La adecuación del tipo de tarea utilizada para estudiar la conducta experta y de los procedimientos para inferir los mecanismos subyacentes a esa conducta nos aseguran, en buena medida, que los hipotéticos mecanismos explicativos de la misma, reflejan la experiencia previa y el conocimiento adquirido en un dominio particular. ¿Qué es lo que adquieren entonces los expertos o cuales son las características propias de éstos con relación a los no-expertos, en términos de los procesos y estructuras subyacentes identificadas en unos y otros?. ¿Cuál es el carácter, hereditario o adquirido de esos mecanismos?. Y, ¿cómo se adquieren o desarrollan los mismos si éstos son predominantemente resultado de la práctica?.

Las respuestas a estas cuestiones se derivarán del análisis de los estudios sobre la conducta y la competencia experta y de las teorías explicativas formuladas sobre la misma. Sin embargo, la cuestión general que hay detrás de estas cuestiones es la de si es posible dar respuesta a todas ellas, explicando los resultados empíricos que nos ofrecen la gran cantidad y variedad de estudios sobre la expertez, en términos de un conjunto relativamente reducido de mecanismos psicológicos comunes a todos ellos y de principios explicativos generales de los mismos.

6.3. Cómo capturar la realización superior.

Como hemos señalado anteriormente en referencia a los pasos en el estudio de la conducta experta, el primer paso, el establecimiento de un conjunto de tareas de laboratorio que capturen la realización superior en un dominio, es un aspecto fundamental en el estudio de la expertez, con implicaciones sobre la definición y la conceptualización teórica de la misma.

Los resultados de los análisis de la tarea y los mecanismos psicológicos inferidos que median la conducta experta, se supone que no están influenciados por la situación de laboratorio en la que se realiza. Además, se considera que no existe riesgo de estudiar los aspectos de la realización "real" del experto ante tareas que no se encuentran en el ambiente normal de éstos (Ericsson y Smith, 1991).

A esto hemos de añadir que la adquisición de la competencia experta requiere un largo periodo de tiempo y de práctica continuada en la tarea a través de los años (Ericsson, Krampe y Tesch-Römer, 1993; Ericsson y Lehmann, 1996). Sin embargo, la mayor parte de la evidencia empírica está basada sobre la extrapolación de los cambios observados en la conducta como resultado de la práctica en tareas de laboratorio realizadas durante periodos de tiempo mucho más cortos.

Dado que existen peligros potenciales de utilizar tareas de laboratorio en el estudio de la expertez, reconocidos por los propios autores de este acercamiento (Ericsson y Lehmann, 1996; Ericsson y Smith, 1991), se han formulado aproximaciones alternativas centradas en el empleo de tareas más cercanas a las tareas con las que se enfrenta el experto en la realidad.

En esta línea, Vicente y Wang (1998) proponen una teoría ecológica de la expertez basada en el estudio de "tareas intrínsecas" o reales, mejor que en el estudio de "tareas inventadas" (contrived tasks) o de laboratorio. Para estos autores, las distintas teorías explicativas de la expertez, como las de Chase y Simon (1973), Ericsson y Kintsch (1995), Gobet y Simon (1996), están basadas casi exclusivamente en tareas inventadas. Una tarea intrínseca "es aquella que constituye una característica definitiva del dominio de expertez de que se trate" (Vicente y Wang, 1998, p. 34). Por ejemplo, la memorización de peticiones de un camarero o la memorización de dígitos de un mnemotécnico experto. Una tarea inventada es aquella "que no forma parte de ese dominio de expertez" (Vicente y Wang, 1998, p. 34). Tomando un ejemplo prestado de Gobet (1997), "La principal ocupación de los jugadores de ajedrez no es realizar experimentos de recuerdo, sino jugar al ajedrez" (Vicente y Wang, 1998, p. 34). Por tanto, la situación más adecuada para estudiar la conducta de los expertos ajedrecistas sería el estudio de los "productos reales" en situaciones naturales de juego. Así, el estudio pionero de Groot (1946) sobre solución de problemas de ajedrez, en el que se requería a jugadores con diferentes niveles de expertez, que reconstruyeran posiciones significativas del tablero de ajedrez después de haber sido expuestos a ellas durante unos pocos segundos, utiliza una tarea inventada.

Para Vicente y Wang (1998) la distinción entre tareas intrínsecas que los expertos realizan usualmente y tareas inventadas que los expertos no realizan normalmente, sino que se emplean para estudiar los procesos de razonamiento de los expertos, es importante tanto en la literatura sobre la expertez (Ericsson y Lehmann, 1996), como en la literatura sobre la elicitación del conocimiento (Hoffman, Shadboldt, Burton y Klein, 1995).

La distinción entre un tipo y otro de tareas tiene además grandes consecuencias teóricas. Para Vicente y Wang (1998) las teorías actuales sobre la expertez que consideran la habilidad de memoria de los expertos

en un dominio, como una de las principales causas explicativas de la realización superior de los expertos, son inadecuadas dado que se basan en el análisis de protocolos y tareas de memoria inventadas.

Ericsson, Patel y Kintsch (2000) rechazan completamente las principales propuestas de Vicente y Simon (1998) sobre los distintos tipos de tareas empleadas en el estudio de la conducta experta, así como la inadecuación de la teoría de la memoria de trabajo a largo plazo, declarada por estos mismos autores.

Ericsson, Patel y Kintsch (2000) rechazan las críticas de Vicente y Wang (1998), tratando de demostrar que la teoría original sobre la memoria de trabajo a largo plazo (LTWM) de Ericsson y Kintsch (1995), puede explicar la memoria superior de los expertos en tareas inventadas (contrived). En primer lugar, los autores indican que la teoría del producto de Vicente y Wang (1998) es difícil de evaluar ya que no establece una definición empírica clara de los conceptos teóricos a los que hace referencia, no aborda el problema de la identificación de los expertos, ni ofrece una definición del termino experto.

Como ya se ha indicado antes y señalan estos autores, las definiciones de expertos han incluido desde los atletas y jugadores de fama mundial con una realización claramente superior, a estudiantes de últimos años de bachillerato. El término experto se ha utilizado incluso para referirse a los niños de la escuela regular con una gran cantidad de conocimiento en algunos deportes. La propuesta hecha por Ericsson y Smith (1991) de centrarse en grupos de expertos "empíricamente" bien definidos (expert performers) que han sido capaces de exhibir una ejecución consistentemente superior en actividades que definen la expertez en su dominio, parece abarcar a todos los grupos de expertos mencionados anteriormente. Una vez que los dominios tradicionales en el estudio de la expertez, tales como el ajedrez y la medicina, satisfacen este criterio de

una realización superior, Ericsson y Kintsch (1995) adoptaron la definición de Ericsson y Smith (1991), en su revisión de las características superiores de la memoria de los expertos. Las "actividades que definen la expertez en un dominio" pueden definirse adecuadamente mediante tareas representativas del dominio que capturan la esencia de la expertez, y que "son diseñadas para preservar los condicionantes ecológicos relevantes". Además, "los mecanismos cognitivos derivados del análisis de las tareas representativas pueden generalizarse a la explicación de los resultados de los expertos en tareas "inventadas" de memoria" (Ericsson, Patel y Kintsch, 2000, p. 582).

La distinción hecha por Vicente y Wang (1998) entre tareas "intrínsecas" e "inventadas" de memoria se reemplaza dentro del marco de la teoría de la memoria de trabajo a largo plazo (Ericsson y Kintsch, 1995), por el grado de transferencia de los mecanismos específicos de memoria adquiridos sobre tareas representativas y sobre tareas inventadas. "La relación más estrecha entre los procesos cognitivos que median la realización superior de los expertos en tareas representativas y la realización en tareas inventadas de memoria se encuentra cuando se dan de forma inesperada instrucciones a los expertos para que recuerden la información presentada, inmediatamente después de completar una tarea representativa" (Ericsson, Patel y Kintsch, 2000, p. 583). En esta situación, se le dan instrucciones al participante para que recuerde la tarea después de completar una tarea representativa –por ejemplo, estudiar un caso y dar un diagnóstico médico-, eliminando así la posibilidad de que la anticipación del recuerdo pueda cambiar la codificación de información en la memoria. De esta forma, no se puede considerar "inventado" el proceso de codificación y almacenamiento de información en la memoria, porque la codificación interna de la información se genera espontáneamente, -aunque no en una situación

totalmente natural, en términos de Vicente y Wang (1998)-, y es por tanto intrínseca a la tarea representativa.

El proceso final de recuerdo sí puede calificarse como “inventado” porque los participantes tienen que buscar, en algunos casos, la información exacta requerida por el experimentador. No obstante, en la medida que la información requerida es la misma que los pensamientos espontáneos de los participantes durante la realización de las tareas representativas, no deben esperarse cambios en la estructura del pensamiento. Este hallazgo sería consistente con la naturaleza no-reactiva del pensamiento en voz alta concurrente a la tarea y los informes verbales retrospectivos del propio pensamiento (Ericsson y Simon, 1993). En otros casos, la información que provee el participante después de realizar la tarea está restringida a la información que éste considera relevante, permitiéndose a los participantes verbalizar la información retenida al más alto nivel de representación, de manera que se preserva aún más la validez ecológica de la tarea.

En suma pues, concluyen Ericson, y colaboradores (2000), “sólo cuando los expertos se enfrentan a tareas representativas que les demandan recursos cognitivos, puede asumirse que éstos son forzados a atender la información relevante en la forma altamente restringida que es necesario para generar una realización superior” (Ericsson, Patel y Kintsch, 2000, p. 584). Esta perspectiva reconoce la necesidad esencial de reproducir la situación que ocurre de forma natural, incluyendo la simulación de todos los aspectos esenciales de los materiales “naturales” requeridos para capturar con éxito la realización superior de los expertos. Además, esto puede requerir la simulación del contexto dinámico de un suceso crítico mejor que presentar sólo una forma estática de una situación compleja.

El hecho es que se pueden identificar fenómenos empíricos suficientemente robustos en ambientes naturales que son de interés a los

estudiosos del campo desde el punto de vista teórico y metodológico. Y que estos fenómenos pueden reproducirse bajo condiciones de laboratorio, reproduciendo los condicionantes principales ecológicos naturales. De esta forma, el estudio de la conducta y la competencia experta constituye una oportunidad inusual de estudiar los mecanismos que gobiernan la adquisición y desarrollo de las habilidades en la vida diaria.

6.4. Relación entre competencia experta y adquisición de habilidades y conocimiento.

El tópico de estudio de la conducta y la competencia experta, como señala Sternberg (1998), sigue siendo un concepto prototípico, no bien definido, entre otras razones porque sus límites son difusos y se entremezclan con otras áreas de la psicología, tales como la adquisición del conocimiento y las habilidades o la inteligencia.

Para Charness y Schultetus (1999) el tópico de la adquisición del conocimiento y las habilidades es el más relacionado con el estudio de la expertez. Cuando se estudia el tema del aprendizaje complejo, la adquisición del conocimiento y las habilidades cognitivas, se está tratando por extensión del desarrollo inicial de la competencia experta, y viceversa. Como han señalado Ericsson, Patel y Kintsch (2000), el estudio de la conducta y la competencia experta constituye una oportunidad inusual de estudiar los mecanismos que gobiernan la

adquisición y desarrollo de las habilidades en la vida diaria. Ya hemos hecho mención en capítulos anteriores a las excelentes revisiones recientes sobre la adquisición de las habilidades cognitivas como las de Voss, Wiley y Carretero (1995), Ericsson y Lehmann (1996), Van Lehn (1996), y Rosenbaum, Carlson y Gilmore (2000).

Por otra parte, Hoffman (1998), señala que cualquier teoría sobre la conducta y la competencia experta ha de incluir en su explicación el fenómeno del desarrollo inicial de la competencia, así como las relaciones de la expertez con la inteligencia general, dado que no se trata de los mismos constructos. En este mismo sentido se manifiesta Sternberg (1999) cuando declara expresamente que uno de los objetivos principales en el estudio de este campo es el de integrar el estudio de la inteligencia con el estudio de la expertez. Además, señala Sternberg (1999), aunque estas literaturas se han visto tradicionalmente como distintas, puede considerarse que comprometen mecanismos psicológicos similares. En todo caso, hay que establecer los vínculos de unión entre la expertez, considerada específica de un dominio, y la inteligencia, vista como una habilidad general.

Otro aspecto que reclama una mayor atención, en este campo, es el estudio del desarrollo inicial de la expertez. Cualquier modelo sobre la competencia experta debe explicar, tanto las diferencias existentes entre personas consideradas como expertas y personas noveles, como los procesos de desarrollo de la competencia. La mayor parte de los estudios sobre la conducta y la competencia experta han utilizado el paradigma experto-novel, que se considera muy útil para establecer las características propias de las personas que ya son expertas en un dominio, pero que no parece tan útil para analizar el proceso de desarrollo inicial de la expertez, esto es, los factores comprometidos en el proceso por el cual una persona novel se convierte en experta.

Se ha de tener en cuenta además que los mecanismos responsables de la adquisición de la conducta y la competencia experta parecen ser cualitativamente distintos al principio y al final de la misma (Ericsson, Krampe y Tesch-Römer, 1993; Charness y Schultetus, 1999); lo mismo que ocurre con los factores relacionados con la adquisición de las habilidades cognitivas incluso en más cortos periodos de tiempo (Ackerman, 1988, 2000). Este hecho impide, o dificulta al menos, establecer una explicación de la adquisición de la conducta experta en términos de un único mecanismo, debiéndose diferenciar los distintos estadios o fases comprometidas en la adquisición de competencia experta.

Un último aspecto en el que se necesita un mayor desarrollo en este campo es el desarrollo de criterios para valorar la expertez. Aunque como Charness y Schultetus (1999) señalan, la definición de expertez como "realización consistentemente superior en un conjunto especificado de tareas representativas para el dominio que puede ser administrado a cualquier individuo", supone una mejora respecto a los intentos iniciales de definir la expertez utilizando criterios como los de la nominación de compañeros o la experiencia en el campo particular de que se trate, queda aún mucho trabajo por hacer. Para estos autores se necesita una definición más fina y una graduación de la expertez en la mayor parte de los ambientes de trabajo humanos. Existen campos de mucha importancia práctica en los que no parece haber acuerdo sobre cómo medir la competencia experta, como la enseñanza, y otros en los que hay mayor acuerdo, pero en los que se necesitaría una mejor graduación de la expertez.

Desde el punto de vista práctico, la definición operativa de la expertez y la identificación de individuos expertos o candidatos a serlo, conlleva el desarrollo de una serie de tareas que puedan aplicarse de forma rápida y fiable en cada dominio de conocimiento o ámbito profesional.

Alternativamente, pueden desarrollarse, desde la perspectiva psicométrica, instrumentos de evaluación que traten de medir los distintos aspectos implicados en la expertez. En este segundo campo sólo hemos encontrado un único instrumento, desarrollado recientemente, para la medida multidimensional de la expertez profesional (Van der Heijden, 2000).

El objetivo de este trabajo fue determinar la naturaleza del conocimiento y las habilidades relacionadas con la expertez profesional y desarrollar un instrumento por el que tal expertez puede medirse individualmente. Este instrumento está compuesto por cinco escalas que reflejan cinco dimensiones distintas: conocimiento, conocimiento metacognitivo, habilidades, reconocimiento social y flexibilidad.

Finalmente, el estudio de la conducta y la competencia experta se espera que siga teniendo en el futuro aplicaciones prácticas, como la está teniendo en la actualidad para el desarrollo de sistemas expertos. Esta investigación tiene una relevancia amplia no sólo para los temas relativos a la tecnología, sino también para la identificación de expertos y en el entrenamiento para la adquisición de habilidades y el desarrollo de estrategias instruccionales que favorezcan la transición desde los primeros niveles de competencia al nivel de competencia que manifiestan los expertos.

La conducta y la competencia experta se ve generalmente como el resultado de una adaptación extrema a las demandas del ambiente; como una adaptación máxima a las restricciones o condicionamientos de la tarea (Ericsson y Lehmann, 1996), lograda a través de un mayor conocimiento de la tarea o del dominio en el que se manifiesta la conducta experta, una mayor motivación para aprender, y una mayor cantidad de práctica que posibilita ese aprendizaje.

A. El *mayor conocimiento de los expertos*.

La gran cantidad de trabajos realizados sobre las características de memoria de los expertos pone de manifiesto que la memoria de estos para estímulos significativos, es casi siempre superior a la de los no expertos. Ahora bien, la memoria superior de los expertos para la información relevante no es general en todos los dominios, por lo que parece ser el resultado de un mayor conocimiento en el dominio particular en el que se es experto. Una característica fundamental de los expertos es su mejor memoria para los aspectos que son significativos en su campo, debido al mayor conocimiento que poseen en su dominio respectivo de expertez.

No se trata tanto de tener una gran cantidad de conocimientos, como de poseer conocimientos de calidad, conocimientos relevantes y claves en ese dominio. Uno de los elementos comunes, asociados a la conducta experta en diversos dominios, es la existencia de una estructura cualitativamente bien organizada de conocimientos específicos en el dominio particular de que se trate, que permite una interpretación directa de los hechos que ocurren dentro del mismo.

Como se ha señalado anteriormente: "El factor crítico que explica la superioridad de los expertos se ha encontrado que está en su base de conocimientos altamente interconectados" (Patel, Arocha y Kaufman, 1999, p. 81). Las diferencias entre expertos y noveles no se encuentra muchas veces en la cantidad de conocimientos que tienen, sino en como tienen organizado este conocimiento. La organización del conocimiento es, al menos, tan importante como la cantidad del mismo, al diferenciar expertos y noveles en una variedad de áreas disciplinares.

En suma, algunas de las características del conocimiento de los expertos, recogidas también por Sternberg (1988), son las siguientes:

a) La posesión de esquemas ricos de conocimiento de carácter declarativo acerca de un dominio dado;

b) La posesión de unidades de conocimiento bien organizadas y altamente interconectadas, lo que permite el acceso mutuo y desde distintas ángulos, almacenadas en forma de esquemas;

c) El desarrollo de representaciones más abstractas de los problemas presentados;

d) El razonamiento "hacia delante" desde la información dada para la solución de problemas en el dominio; esta estrategia viene posibilitada, en buena medida, por la posesión de una gran cantidad de conocimiento previo adecuado;

e) La posesión de esquemas que contienen, tanto conocimiento de tipo declarativo-conceptual como conocimiento procedimental;

f) La posesión de automatismos desarrollados previamente que facilitan muchos pasos en la realización de las tareas en el dominio.

B. La *mayor motivación de los expertos.*

Una premisa importante en la mayoría de los estudios sobre la conducta experta es que el mayor conocimiento y la superioridad de los expertos en la realización de las tareas en su campo, se debe a la mayor experiencia de los mismos. Esta experiencia no toma únicamente la forma de tiempo en la tarea o en el campo particular de especialización, sino que requiere, además, de la práctica deliberada con un considerable esfuerzo consciente. Todo ello necesita, a su vez, de una motivación inicial para que el individuo se comprometa en este

tipo de práctica, que exige esfuerzo y dedicación (Ericsson, y Lehmann, 1996; Sternberg, 1999).

Para Ericsson, Krampe y Tesch-Römer (1993), la motivación hacia la práctica está estrechamente conectada con el objetivo de ser un individuo experto y llega, incluso, a estar integrada en la vida diaria de estas personas.

Ciertamente, que toda motivación parece necesitar de algún tipo de recompensa, intrínseca o extrínseca a la tarea para que se mantenga la conducta motivada. Así, los expertos parecen necesitar desarrollar un sentido de autoeficacia para realizar las tareas en su dominio propio de expertez (Ericsson, Krampe y Tesch-Römer, 1993; Sternberg, 1999) para mantenerse motivados. Este sentimiento de autoeficacia procede tanto de recompensas internas como externas (Sternberg y Lubart, 1997).

C. La *mayor cantidad de práctica de los expertos* dedicada al aprendizaje.

Un aspecto que aparece sistemáticamente relacionado con la conducta experta es la cantidad de práctica dedicada a mejorar la realización en el dominio. Como se ha mencionado anteriormente, en el dominio del ajedrez, Chase y Simon (1973) estimaron que se necesitan alrededor de 3000 horas de práctica para convertirse en un experto, y que la práctica es la mayor variable independiente en la adquisición de cualquier habilidad.

La cuestión clave aquí es que la práctica no debe de confundirse con la experiencia. La primera hace referencia al esfuerzo consciente que realiza el individuo como parte de su entrenamiento para realizar las tareas en su dominio de conocimiento o actividad, de forma adecuada. La experiencia hace referencia únicamente al tiempo que ha

permanecido el individuo en un campo o actividad. Aunque una y otra están relacionadas no deben de confundirse, puesto que la conducta experta en un dominio no se adquiere automáticamente en función de la experiencia durante un largo periodo de estudio o trabajo en ese dominio. De hecho, las correlaciones entre cantidad de experiencia y nivel de expertez en un dominio son generalmente bajas (Ericsson y Smith, 1991).

Las características que ha de tener la práctica que lleva al desarrollo de la conducta experta se corresponden con lo que Ericsson, Krampe y Tesch-Romer (1993), Ericsson y Lehmann (1996) denominan *práctica deliberada*. Algunas de las condiciones para que la práctica sea efectiva están en tener en cuenta el conocimiento preexistente; asegurar una enseñanza eficaz en la que se de una supervisión individualizada del estudiante; y ofrecer feedback o retroalimentación al aprendiz durante la práctica en la tarea.

Capítulo 7. El desarrollo inicial de la competencia experta.

En este capítulo se abordan los diferentes acercamientos integradores propuestos sobre la adquisición de la competencia experta. En él se presentan las principales teorías y modelos formulados, con la intención de dar una visión global sobre el desarrollo de la competencia experta, bien desde una perspectiva teórico-explicativa, bien desde una perspectiva más descriptiva.

Aunque no se ha abordado de forma sistemática la formulación de teorías sobre la competencia experta, existen planteamientos teóricos sobre algunos aspectos fundamentales que entran a formar parte de la competencia experta, como son el papel del conocimiento y la práctica. Más recientemente, se han propuesto modelos descriptivos sobre los componentes que entran a formar parte de la expertez. Estos modelos, sin embargo, no establecen una relación explícita entre los diversos

componentes. Lo que parece necesario para llegar a formulaciones explicativas de carácter teórico.

Nuestro objetivo en este capítulo es el de dar una visión general sobre las principales cuestiones teóricas que se han planteado en torno a la competencia experta, así como proponer un modelo estructural en el que se recojan las principales variables explicativas de la adquisición de la competencia, así como las relaciones entre ellas.

7.1. Teorías y modelos existentes.

La hipótesis explicativa inicial sobre la adquisición de la competencia experta concede un papel esencial a la práctica deliberada (Ericsson, Krampe, y Tesch-Römer, 1993; Ericsson y Charness, 1994; Ericsson y Lehamn, 1996) frente a otros factores como las predisposiciones innatas y el talento.

7.1.1. El modelo tradicional sobre la competencia experta: la práctica deliberada frente a las predisposiciones innatas y el talento.

Desde la perspectiva que considera la adquisición de la competencia experta como talento, la instrucción y la práctica son necesarias pero no suficientes para alcanzar niveles expertos de ejecución. A partir del libro de Galton (1869/1979) sobre la heredabilidad del genio, se considera que la ejecución destacada depende de una mezcla de predisposiciones innatas de tipo hereditario, de la motivación, y de la experiencia y la práctica. Desde otra perspectiva cercana, como la de Gardner (1983) sobre las Inteligencias Múltiples, los talentos no son generales como creía Galton, sino que son específicos de un campo (Genovard y Castelló, 1990), pero tienen también una base biológica.

En ambos casos, la hipótesis del talento general y de los talentos específicos en un dominio, predicen que los individuos deben manifestar signos de talento desde corta edad o después de un corto periodo inicial de exposición al dominio. De acuerdo con esta hipótesis el talento inicial es la verdadera causa del incremento de la práctica, de forma que la correlación observada entre práctica y ejecución está confundida o mediada por las diferencias en talento inicial.

En la teoría de las Inteligencias Múltiples de Gardner (1983) se considera que una evidencia importante de la fuerte base heredada del talento musical, es que la mayor parte de los músicos destacados se descubren a

una temprana edad, frecuentemente antes de los 6 años, incluso a los 2 o a los 3 años, incluso si no proceden de una familia con dedicación a la música. De manera que: "Las diferencias entre los niños [en habilidad musical] son enormes, y parece que el entrenamiento tiene un efecto comparativamente pequeño para reducir estas diferencias" (Gardner, 1983, p. 188). Aunque, el aspecto más sobresaliente del talento, según Gardner (1983, 1993, 2001), no es su estructura innata sino más bien el potencial para el rendimiento y la capacidad para aprender rápidamente el material relevante en una de las inteligencias. Esta perspectiva es congruente con su propuesta de evaluación de cada una de las inteligencias durante el curso del aprendizaje de cada dominio en particular.

La hipótesis que concede un papel esencial a la práctica en la adquisición de la competencia experta (Ericsson, y colaboradores, 1993; Ericsson, 1999; Ericsson y Charness, 1994), por el contrario, destaca el valor de la práctica frente al talento o a las predisposiciones innatas. Parte de su argumentación en defensa de esta hipótesis se asienta sobre dos hechos: a) la falta de relación entre la ejecución inicial y la ejecución final, en la adquisición de las habilidades y la conducta experta; y b) los cambios cualitativos que se producen como resultado de la práctica extensa, que no parecen estar en función directa de las etapas anteriores.

La evidencia de los estudios sobre adquisición de las habilidades sugiere que la ejecución durante la fase inicial, media y final de adquisición está correlacionada con diferentes tipos de capacidades en cada fase (Ackerman, 1988; Ackerman y Cianciolo, 2000). La fase inicial está correlacionada con las capacidades cognitivas generales, y la fase final con las habilidades perceptivo-motrices específicas relacionadas con la habilidad particular adquirida. Estos resultados, que se han trasladado a la adquisición de las habilidades cognitivas en general (Ericsson, Krampe, y Tesch-Römer, 1993; VanLehn, 1996), son interpretados por Ericsson,

Krampe y Tesch-Römer (1993) como evidencia favorable a su teoría, en cuanto consideran que la práctica de la fase inicial sirve para anular las diferencias en las capacidades cognitivas previas de los individuos, y a partir de ahí, la ejecución pasa a depender de los conocimientos específicos y las habilidades implicadas en la realización de la tarea o las tareas de ese dominio. Más en concreto, la cantidad y organización de los conocimientos sobre un dominio, adquiridos como resultado de la experiencia y la práctica en ese dominio; así como las habilidades adquiridas de memoria de trabajo a corto plazo, que les habilitan para soslayar las capacidades generales de procesamiento, de carácter innato, son los factores responsables de la adquisición de la competencia experta. En todo caso, tanto la estructura de conocimientos como las habilidades de memoria, son adquiridas como resultado única o casi exclusivamente de la experiencia y la práctica.

El debate teórico entre los defensores de la teoría del talento general o específico y los defensores de la teoría de la práctica deliberada, encuentra su continuidad en la polémica que mantienen Gardner, por un lado y Sternberg, por otro, con los autores de la teoría de la práctica deliberada.

Gardner (1995) lanza cómo título de un trabajo suyo, la pregunta “porqué debería convertirse cualquiera en experto”, que le sirve como motivo para comentar el trabajo de Ericsson y Charness (1994) sobre la importancia de la práctica deliberada para el logro de niveles altos de rendimiento. Gardner reconoce este hecho, pero sin embargo, se muestra contrario a la suposición de que las diferencias individuales en talento o capacidad innata sean mucho menos importantes que la práctica. Ericsson y Charness (1994) consideran que los niños y jóvenes muestran preferencias por ciertos dominios, pero atribuyen estas diferencias individuales al interés, la motivación y el temperamento, más bien que al talento. La cuestión crucial para Gardner es la de si, una vez que un niño ha comenzado a trabajar en un dominio muestra considerables

diferencias cuantitativas y cualitativas en la forma en que se acerca y avanza en él, como es el caso. Ericsson y Charness sugieren que todos los niños trabajan en los distintos dominios de la misma forma y que la principal variable diferenciadora es la cantidad de práctica deliberada que llevan a cabo en un cada dominio particular. Esta conclusión le parece incorrecta a Gardner por dos razones. Una, la evidencia existente sobre la existencia de varias aptitudes distintas, tanto desde el campo psicométrico de los tests de inteligencia, como de otro tipo de estudios experimentales. La otra razón se centra en el tema de qué niños se comprometen en la práctica deliberada durante largos periodos de tiempo, que Gardner sitúa en el éxito en la realización de determinadas actividades, lo mismo que el fracaso en otras lleva al abandono de su práctica, de acuerdo con el perfil particular de puntos fuertes y puntos débiles que manifiestan en uno y otro ámbito. Esta variable, crítica desde la perspectiva de Gardner, se elimina en la explicación de Ericsson y sus colegas. En suma, para Gardner, "la ejecución experta sólo ocurre cuando confluyen las proclividades biológicas con el apoyo del ambiente" (Gardner, 1995, p. 803).

En la réplica de Ericsson y Charness (1995) a Gardner (1995), los autores afirman que Gardner no desafía sus conclusiones de que no existe un efecto del talento específico en un dominio para la adquisición de la conducta y la competencia experta. Ellos comparten la idea de que la ejecución en un dominio y las capacidades, ya sean generales o específicas de ese dominio, surgen gradualmente durante el desarrollo en función de la integración del individuo con el ambiente. Pero al contrario que Gardner se inclinan a atribuir las diferencias en capacidades a la historia de actividades relevantes que cada individuo ha realizado, como consecuencia de las cuales se han ido desarrollando las capacidades asociadas a ellas. Dentro de este marco explicativo, el interés, el temperamento y la motivación, son los factores que predisponen al

individuo a comprometerse en actividades sostenidas. A esto añaden Ericsson y Charness (1995) que el mismo tipo de mecanismos de memoria adquiridos median las diferencias individuales en dominios tan diversos como la música, las actividades diarias o la comprensión de textos, si bien, estas habilidades de memoria sólo se desarrollan asociadas a las actividades practicadas en un dominio particular.

La cuestión sobre la predominancia clara de factores como la predisposición o el talento frente a factores ambientales como la práctica, nos recuerda el viejo debate entre la relación herencia-medio. Sobre todo si nos movemos en este nivel de generalidad teórica. Si bien es cierto que los factores que predisponen a la práctica en un dominio, sean las capacidades o el temperamento, parece que deben de tener unas raíces biológicas, como afirma Gardner, también parece existir evidencia de que la práctica lleva a cambios estructurales de tipo neurológico, como indican los resultados de Gautier, Tarr, Anderson, Skudlarski y Gore (1999), quienes encontraron, utilizando imágenes de resonancia magnética, que la expertez en el reconocimiento de objetos lleva a una especialización de las áreas fusiformes del cerebro.

7.1.2. Teoría sintética sobre el desarrollo de la competencia experta propuesta por Sternberg.

Por su parte Sternberg (1996a, 1998a), también se ha mostrado contrario a la hipótesis de que la práctica deliberada es el aspecto fundamental y casi único en la adquisición de la conducta y la competencia experta, asentando sus críticas tanto sobre aspectos teóricos como metodológicos. Para Sternberg, el error inicial del que parte la teoría de la práctica deliberada es la confusión elemental entre correlación y causación. Aunque señala otro número de aspectos que no son tenidos en cuesta por la teoría. Estos aspectos (Sternberg, 1996a) son:

1) Ignorar los resultados contradictorios, como los hallazgos de la genética o los de los estudios empíricos que muestran una relación negativa entre cantidad de horas de práctica y rendimiento.

2) La dificultad en refutar sus conclusiones, ya que cuando se obtienen efectos negativos de la práctica se dice que ésta no fue deliberada y cuando se obtienen efectos positivos se atribuyen a la práctica. Faltan definiciones operativas y conceptuales de la práctica.

3) Confusión de correlación con causación, ya que la existencia de correlación entre altos niveles de expertez y altos niveles de práctica deliberada no dice nada acerca de los mecanismos causales comunes a ambas. Esto no quiere decir, señala Sternberg, que la práctica no sea importante, sino que pueden existir interpretaciones alternativas de esta correlación, que sitúen los verdaderos factores causales en la capacidad y la motivación.

4) Falta de grupos de control en la investigación sobre el desarrollo de la competencia experta, lo que impide obtener relaciones causales entre las variables de la práctica y competencia. Sin grupos de control no podemos conocer cuántas personas han tenido muchas horas de práctica deliberada como la de los expertos, y sin embargo, no han llegado a alcanzar los niveles de eficacia de los expertos. Aunque como reconoce Sternberg es difícil conseguir grupos de control en el área de la adquisición de la expertez, consideramos que es necesario poder establecer relaciones causales entre variables a través del establecimiento de grupos de control, o al menos de estudios longitudinales que permitan inferir la relación causal entre las variables.

5) Ignorancia de los efectos del abandono. Se debe conocer cuántas personas abandonan un campo de actividad después de haberlo comenzado, ya que la mayor parte de la gente que desea ser experto en un campo, no parece que llegue a serlo. El abandono de los individuos lleva a obtener una correlación entre práctica deliberada y expertez. En otras palabras, mayor talento puede llevar a más práctica deliberada y viceversa. La cuestión metodológica es que en los estudios retrospectivos en los que participan personas que ya son expertas, las horas de práctica pueden confundirse con otras variables como el talento o la motivación.

6) Selección de dominios que ajustan al máximo los datos a la teoría, tales como el ajedrez, el deporte, etc., donde la práctica juega un papel importante, sin embargo hay casos en los que se observan muestras tempranas de talento, como pueden ser los campos de la matemática y la poesía.

7) Finalmente, no toman en cuenta los efectos del conocido fenómeno estadístico de regresión a la media, y para ilustrar este punto

> Sternberg pone un ejemplo claro y directo: muchos de los hijos de personas expertas en un campo no alcanzan los logros esperables en ese campo, a pesar de que sus padres, -y aquí se incluye el propio Sternberg- pongan todos sus conocimientos, apoyo y empeño en que así sea. Mientras que hijos de familias de bajo nivel sociocultural sí lo logran.

Para Sternberg (1996a) los defensores de la teoría de la práctica deliberada cometen los mismos errores que el conductismo y el neoconductismo al considerar éste factor como la única variable importante en la adquisición de logros sobresalientes. La verdad para Sternberg es que la práctica deliberada es sólo parte de la película. Por una parte las capacidades y la motivación pueden jugar un papel causal para la práctica. Por otro, la práctica deliberada y la expertez pueden interactuar bidireccionalmente de forma que la práctica deliberada lleva a la expertez y la satisfacción que trae el sentir la competencia experta lleva a más práctica deliberada.

Sternberg (1998a, 1999a) formula un modelo de desarrollo de la expertez en el que intervienen varios factores que interactúan entre sí. En la figura 1, aparece representado este modelo. Se trata de un modelo fundamentalmente descriptivo en el que, como en todo modelo, se establecen los elementos explicativos clave y las relaciones entre ellos. La ventaja de cualquier modelo es su mayor contrastabilidad empírica, frente a las asunciones teóricas, como los supuestos sobre el papel de los factores ambientales de la experiencia y de los factores innatos de las capacidades, de más difícil comprobación.

Novel

Habilidades
de aprendizaje

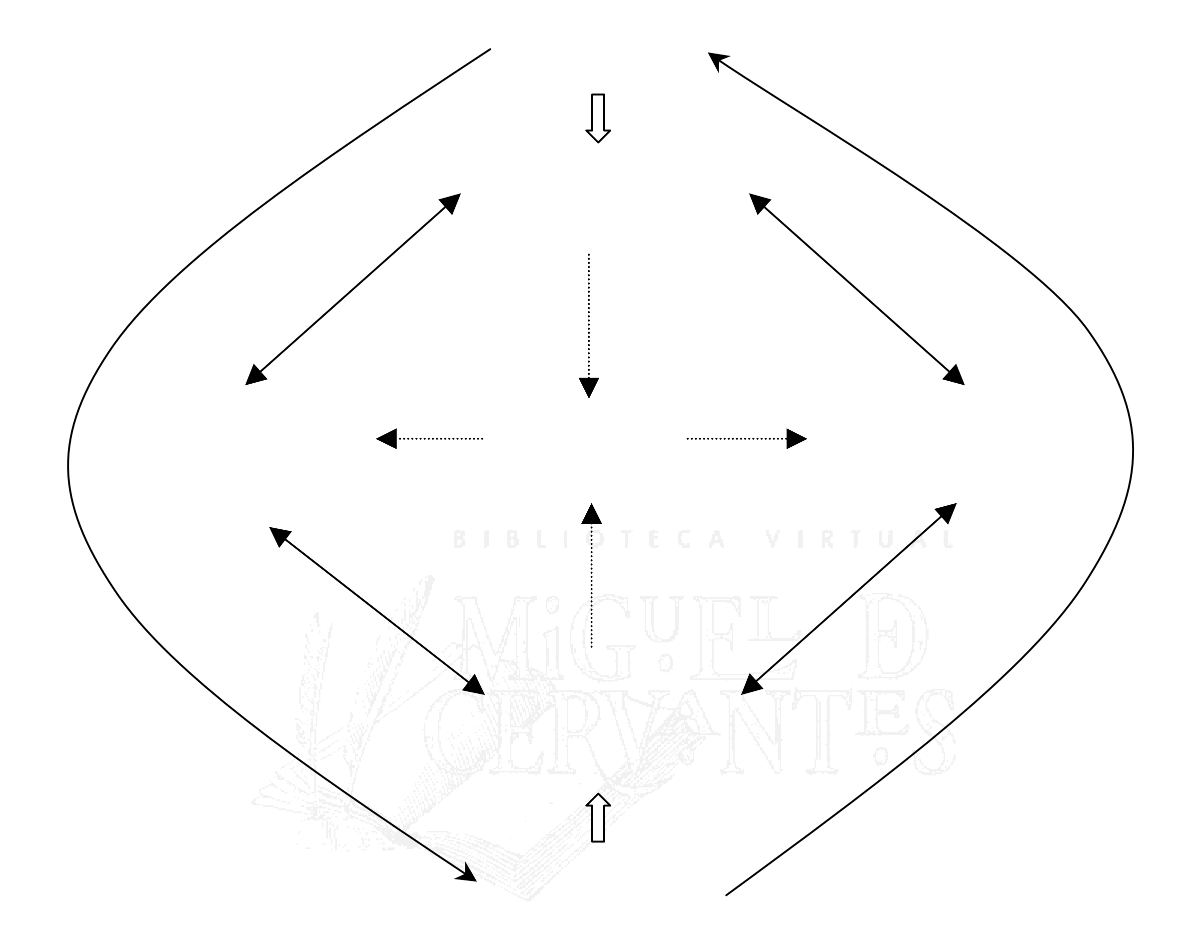


Figura 1. Modelo de desarrollo de la conducta y competencia experta formulado por Sternberg (1998a, 1999a).

El único supuesto inicial de que parte el modelo el Sternberg sobre el desarrollo de la expertez es que “El condicionante principal en el logro de la expertez no es algún nivel anterior fijo de capacidad, sino el compromiso decidido con la instrucción directa, la participación activa, el modelado y la recompensa” (Sternberg, 1999a, p. 16).

Los elementos del modelo de desarrollo de la conducta y la competencia experta formulado por Sternberg (1998a, 1999a) son cinco: las habilidades metacognitivas, las habilidades de aprendizaje, las

habilidades de pensamiento, el conocimiento y la motivación. Estos elementos son interactivos. Se influyen entre sí, tanto de forma directa como indirecta. Por ejemplo, el aprendizaje lleva al conocimiento, pero el conocimiento facilita un mayor aprendizaje.

Las habilidades metacognitivas o metacomponentes (Sternberg, 1985a) se refieren al conocimiento y control de la propia cognición. Estas habilidades están comprometidas en la resolución de cualquier tipo de problemas, incluidos los de la vida diaria, y son modificables.

Las habilidades de aprendizaje, también conocidas en la teoría triárquica como componentes de adquisición del conocimiento, son esenciales en el modelo de desarrollo de la expertez y en la teoría de la inteligencia de Sternberg. Los componentes principales de adquisición del conocimiento son la codificación selectiva, que supone distinguir la información relevante de la irrelevante; la combinación selectiva, que supone establecer relaciones entre la información codificada para integrarla en un todo; y la comparación selectiva que supone relacionar la nueva información con la información ya almacenada en la memoria (Sternberg, 1985a; Sternberg y Davidson, 1995; Sternberg, Bermejo y Castejón, 1997).

Las habilidades de pensamiento, constituyen los componentes ejecutivos más cercanos a la inteligencia. Para Sternberg son tres los tipos de habilidades de pensamiento, la analítica, la creativa y la práctica (Sternberg, 1985a, 2000; Sternberg, Prieto y Castejón, 2000; Sternberg, Castejón, Prieto, Hautamäki y Grigorenko, 2001).

El conocimiento es otro de los aspectos clave del modelo de Sternberg, que distingue entre el conocimiento académico, declarativo y procedimental y el conocimiento tácito, que supone conocer cómo funciona el sistema en que uno opera (Sternberg, Forsythe, Hedlund, Horvath, Wagner, Williams, Snook y Grigorenko, 2000).

La motivación, que puede ser de varias clases, la motivación de logro (McClelland, 1985) y la motivación considerada como competencia o auto-eficacia que se refiere a las creencias de la gente sobre su propia habilidad. Para Sternberg, los expertos necesitan desarrollar un sentido de su propia eficacia para enfrentarse a las difíciles tareas en su dominio de expertez. Además, esta clase de autoeficacia puede ser el resultado tanto de recompensas intrínsecas como extrínsecas (Sternberg y Lubart, 1997).

El contexto está formado por aquellas características que están presentes en el ambiente, y que pertenecen al ambiente familiar y escolar principalmente.

Una característica del modelo es como señalábamos antes, la interacción entre los elementos. Así, el novel avanza hacia la expertez a través de la práctica deliberada. Pero esta práctica requiere una interacción de todos los elementos clave. En el centro, conduciendo los elementos, se encuentra la motivación. Sin ésta los elementos permanecen inertes. La motivación impulsa las habilidades metacognitivas, que a su vez activan las habilidades de aprendizaje y de pensamiento, que proveen retroalimentación a las habilidades metacognitivas, permitiendo que aumente el propio nivel de expertez. El conocimiento adquirido a través de las habilidades de aprendizaje y pensamiento también influye el uso más eficaz de estas habilidades en el futuro. Todos estos procesos están afectados por, y pueden a su vez afectar, el contexto en que operan.

En el contexto de las teorías tradicionales de la competencia experta (Ericsson y Charness, 1994; Ericsson y Lehmannn, 1996; Ericsson y Smith, 1991), sin embargo, los elementos clave que intervienen en la adquisición de la competencia son el conocimiento y las habilidades de memoria que se desarrollan en estrecha relación con éste.

El papel del conocimiento en la explicación de la competencia experta, y su relación con otros componentes como las habilidades cognitivas y de pensamiento, ha sido objeto de controversia teórica en las teorías y modelos sobre la expertez. Sternberg (1994, 1995) discrepa de la perspectiva de los teóricos de la expertez, para quienes el factor crítico en el desarrollo de la competencia experta es la forma en que los conocimientos están integrados y diferenciados en la estructura del conocimiento base del propio individuo. Esta perspectiva considera que una mayor organización del conocimiento en la memoria influye, o causa, el aprendizaje y el razonamiento, como mantienen, además de los teóricos de la expertez, muchos investigadores sobre el desarrollo y el aprendizaje (Chi, 1985; Chi y Ceci, 1987; Glaser, 1984, 1991; Glaser y Bassok, 1989).

Desde la perspectiva de Sternberg (1994), sin embargo, la organización del conocimiento sólo es importante en cuanto que ésta permite analizar la información nueva de manera más eficaz. En la *teoría sintética de la expertez* (Sternberg, 1994, 1995) se considera que son las capacidades y procesos generales los que influyen en la organización del conocimiento y ésta organización la que favorece la competencia experta. El establecimiento de inferencias va más allá de la cantidad y organización del conocimiento, requiere el *uso* eficaz del mismo. Un verdadero experto no es sólo quien tiene conocimiento, sino también quien conoce cómo usar el conocimiento para analizar la nueva información conforme esta se adquiere. Desde este punto de vista, no es la información lo que importa *per se* sino la utilidad de esta organización para promover el análisis de nueva información. Un experto no es alguien que almacena hechos, sino alguien que conoce cómo explotar eficazmente los hechos que tiene almacenados. Esta perspectiva tampoco concede un papel fundamental a la memoria, como hacen los teóricos de la expertez, sino más bien a los procesos cognitivos que posibilitan el uso de los conocimientos que

tenemos en ella. Un abogado experto –dice Sternberg- se espera que use su conocimiento base para analizar la información presentada a la corte de justicia, y es su superioridad en realizar este análisis lo que le concede su credibilidad como experto.

Sternberg (1985b) discute las ideas de Glaser (1984) sobre la importancia del conocimiento, tanto para su comprensión como para su uso, en un artículo titulado "*Está bien lo que termina bien, pero es un mal cuento aquel que comienza por el final: una réplica a Glaser*", en donde se muestra contrario a la idea expresada por Glaser, de que la adquisición de la competencia experta debe entenderse fundamentalmente, aunque no exclusivamente, en términos del conocimiento específico que se posee en un dominio. Para Sternberg, la investigación de Glaser y otros ha sido útil en mostrar las diferencias cualitativas en la organización del conocimiento dentro de dominios específicos, que resultan conforme tiene lugar el aprendizaje en varios campos específicos. Sin embargo, para Sternberg, son críticos los procesos de varios grados de generalidad para la adquisición y utilización del conocimiento específico en un dominio, de la misma manera que el conocimiento específico de un dominio es crítico para la adquisición y utilización de más conocimiento específico. Ambos, procesos y conocimiento, deben ser amplia y conjuntamente considerados en cualquier teoría de la expertez, el aprendizaje y la instrucción. Ha llegado el tiempo de plantearnos la forma en que interactúan (Sternberg, 1985b).

Sternberg (1998a, 1999a), como ya hemos señalado, sigue manteniendo esta postura interactiva acerca de la relación entre los procesos generales y el conocimiento, cuando declara expresamente que "El conocimiento declarativo y procedimental adquirido a través de la extensión de las habilidades de aprendizaje y pensamiento también lleva a que estas habilidades se usen más eficazmente en el futuro" (Sternberg, 1999a, p. 365).

La postura interactiva presente en el modelo de desarrollo de la expertez de Sternberg (1998a, 1999a) es muy semejante a la teoría de Ceci (1996) sobre la complejidad cognitiva. La conducta cognitiva compleja, tal como la que muestran los expertos, es el resultado de la interacción entre las estructuras elaboradas de conocimiento y los procesos cognitivos. La forma en que se organiza el conocimiento influye en la manera en que recordamos, interpretamos y razonamos, y viceversa. La relación que mantienen los procesos cognitivos generales con las estructuras de conocimiento es recíproca. Unos procesos cognitivos de carácter general eficientes añaden estructura y complejidad al conocimiento existente en un dominio, y esta estructura a su vez ayuda a mejorar la eficacia de los procesos cognitivos que operan sobre ella.

7.1.3. Conclusiones derivadas de las diferentes teorías y modelos existentes.

Desde nuestro punto de vista, la cuestión que subyace detrás de las diferentes posturas, es la de si existe una habilidad de organización del conocimiento que es dependiente de las habilidades cognitivas generales, como la inteligencia; es independiente de ésta; o actúa de forma conjunta con ella. Este último caso sería el más cercano a la hipótesis interactiva; parte de la habilidad de organización del conocimiento dependería de la inteligencia, y parte haría una contribución única a la explicación de la conducta experta. El grado de contribución de cada una de ellas nos ayudaría a estimar su importancia relativa. Formulada así la cuestión, ésta encuentra solución desde el punto de vista empírico y metodológico.

Desde el ángulo metodológico se requieren estudios longitudinales y multivariados de tipo causal, como los que hacen uso de las técnicas estadísticas de análisis de estructuras de covarianza, para establecer las interrelaciones que se producen entre estas variables, y poder inferir relaciones causales entre ellas.

Los pocos trabajos empíricos que han abordado de forma más o menos directa esta cuestión, utilizando técnicas metodológicas adecuadas (Minnaert y Janssen, 1996; Veenman, Elshout y Meijer, 1997; Veenman y Elshout, 1999) han mostrado, por lo general, que el grado de conocimientos previos y los métodos de trabajo empleados, hacen una contribución a la explicación del aprendizaje complejo que es independiente de las habilidades intelectuales generales. Sin embargo, los trabajos de Veenman y colaboradores están realizados con muy pocos

participantes y se restringen al campo lógico-matemático. Mientras que el trabajo de Minnaert y Janssen (1996) emplea un mayor número de participantes y se realiza en el campo de las ciencias sociales, pero incluye pocas variables y sólo tiene en cuenta la cantidad del conocimiento anterior específico en el dominio, más que la organización cualitativa de ese conocimiento.

Por otro lado, los estudios a cerca de las relaciones de la inteligencia con la solución de problemas (Beckmann y Guthke, 1995; Frensch y Funke, 1995) muestran que las correlaciones entre la inteligencia y el aprendizaje de los aspectos conceptuales y procedimentales implicados en la solución, parecen estar mediadas por el nivel de conocimientos previos necesarios para resolver el problema y por la dificultad de la tarea, de manera que la aplicación del conocimiento y la transferencia parecen estar más relacionados con la inteligencia que la adquisición del conocimiento declarativo. Esto sería consistente con la concepción de Sternberg (1985a, 2000) sobre las habilidades intelectuales y la inteligencia en general como habilidad para resolver problemas en situaciones nuevas.

En suma, se necesita llevar a cabo estudios empíricos que tengan como objetivo contrastar las distintas hipótesis teóricas sobre el desarrollo de la competencia experta. Estos trabajos deben de reunir una serie de características:

a) Incluir todos o la mayor parte de los factores implicados en el desarrollo de la competencia experta, desde la organización del conocimiento y la práctica (Ericsson, 1999; Ericsson, Krampe y Tesch-Römer, 1993), hasta los componentes del modelo de Sternberg (1999), habilidades intelectuales, motivación, conocimiento, estrategias de aprendizaje y variables del contexto académico o profesional.

b) Centrarse en los estadios iniciales de desarrollo de la competencia experta, que comienza normalmente, con la especialización, en el nivel académico universitario o en la formación profesional (Sternberg, 1998a), ya que la mayor parte de estos trabajos se han realizado en niveles superiores o inferiores de especialización. Un nivel apropiado para este objetivo pueden ser los últimos cursos de formación superior universitaria.

c) Recoger las nuevas conceptualizaciones y definiciones operativas de las habilidades intelectuales generales, que abarcan aspectos más amplios que los implicados en la mayoría de las pruebas al uso (Sternberg, 1985a; Sternberg, Castejón, Prieto, Hautamäki y Grigorenko, 2001), y establecer las relaciones entre los distintos aspectos de la inteligencia, con diferentes aspectos del rendimiento.

d) Ampliar el número de participantes en este tipo de estudios, y aplicarlos a áreas de contenido diferentes a las que requieren razonamientos de tipo lógico-matemático.

e) Extender los estudios sobre la expertez a ambientes mucho más significativos y realistas que la solución de problemas en el laboratorio, en los que sea posible analizar el papel de la práctica deliberada y el aprendizaje autónomo en la adquisición y aplicación del conocimiento.

f) Definir las características de la práctica deliberada en ambientes reales de aprendizaje y sus efectos sobre la adquisición de conocimientos y habilidades, tal como el aprendizaje de unidades gruesas de información significativa. La práctica deliberada ha de incluir en este contexto, tanto los aspectos instruccionales como el trabajo independiente. Ello supone utilizar nuevos instrumentos de recogida de datos, como los diarios, cuestionarios abiertos, etc.,

junto a instrumentos tradicionales como son los inventarios de aprendizaje.

g) Utilizar diseños metodológicos y técnicas de análisis de datos que permitan analizar las interrelaciones complejas que se dan entre los diferentes factores implicados en la adquisición de la competencia experta, -el conocimiento con las habilidades intelectuales, la motivación con las estrategias y la inteligencia, conocimiento y estrategias, etc. Ello supone el empleo de diversos acercamientos metodológicos que van desde las técnicas cualitativas de recogida y análisis de datos a los poderosos modelos estadísticos de análisis de estructuras de covarianza.

7.2. Un modelo estructural: Componentes explicativos de la competencia experta y sus interacciones.

A partir de las consideraciones anteriores, se propone un modelo que trata de recoger los factores más importantes que han entrado a formar parte de las teorías y modelos explicativos sobre el desarrollo de la conducta y la competencia experta (Ericsson, 1999; Ericsson y Charness, 1994; Ericsson, Krampe y Tesch-Römer, 1993; Sternberg, 1994, 1998a, 1999a).

Los componentes del modelo son cuatro elementos básicamente: las habilidades intelectuales generales, la organización del conocimiento, la motivación y el contexto. Estos elementos son tanto generales, como

específicos de un dominio determinado, aunque debido a la especificidad de algunos de los componentes del modelo no se supone que los resultados obtenidos con él puedan transferirse, en principio, a distintos dominios. Quedan integrados de forma operativa bajo el aspecto de las habilidades intelectuales otros elementos, contemplados en el modelo de Sternberg (1999a), tal como las habilidades metacognitivas, mientras que las habilidades de aprendizaje se situarían de forma más cercana a las estrategias de estudio y aprendizaje que se ponen en marcha durante la fase de estudio y práctica deliberada.

1. Las habilidades intelectuales generales. Las habilidades intelectuales generales representan los diferentes aspectos de la inteligencia (Sternberg, 1985a; Sternberg, Castejón, Prieto, Hautamäki y Grigorenko, 2001) mejor que un único componente general, el factor *g*. Estos aspectos de la habilidad intelectual son la inteligencia analítica, la inteligencia práctica y la inteligencia creativa. Las habilidades intelectuales son uno de los elementos explicativos de la competencia experta (Sternberg, 1999a) llegando a ejercer una influencia directa sobre la habilidad de organización del conocimiento (Sternberg, 1994).

2. La organización del conocimiento. La posesión de un cuerpo rico de conocimiento bien organizado sobre algunos o todos los aspectos de un dominio académico o profesional específico, es el elemento clave que explicaría, para los teóricos de la expertez (Ericsson, 1999; Ericsson y Charness, 1994; Glaser, 1996), la competencia experta. No sería pues tanto la cantidad como la calidad del conocimiento-lo coherente, organizado, integrado y diferenciado a la vez- lo que daría lugar a la competencia experta.

3. Motivación. La motivación es para algunos autores el elemento indispensable, necesario para iniciar el proceso de adquisición de la

competencia (Sternberg, 1999b). Aunque existen muchas hipótesis explicativas sobre la motivación humana, nos parece que éstas pueden agruparse en dos grandes enfoques. Uno, la motivación entendida principalmente como impulso biológico hacia la ejecución y el rendimiento, que tiene sus raíces teóricas en el paradigma neoconductista (Pelechano, 1973,a), y en la motivación hacia el logro (McLelland, 1985). El otro enfoque ve la motivación como el resultado de mecanismos internos de tipo cognitivo y recoge distintas teorías, tales como la teoría de la atribución (Weiner, 1986, 1990) o la teoría de la auto-eficacia (Bandura, 1977, 1996). En el contexto de la investigación sobre el desarrollo de la competencia experta, Ericsson y colaboradores (Erricsson y Charness, 1994; Ericsson, Krampe y Tesch-Römer, 1993) han destacado la importancia de los factores motivacionales de tipo temperamental y emocional que predisponen al trabajo duro y al esfuerzo continuado que requiere la práctica de una tarea. De modo que serían estas diferencias individuales en emocionalidad y nivel general de actividad, las que influyen en la motivación para lograr la competencia. En el modelo de Sternberg (1999a) sobre el desarrollo de la competencia experta, juega un papel relevante la motivación entendida como percepción de autocompetencia, una vez que el experto necesitaría desarrollar un sentimiento general de su propia eficacia para resolver las tareas en su dominio de conocimiento.

4. Contexto. El contexto se refiere al ambiente familiar, académico o profesional, que influye, directa o indirectamente, facilitando o dificultando, la actuación de los diversos factores que intervienen en la adquisición de la expertez. La teoría tradicional sobre la expertez (Ericsson y Charness, 1994; Ericsson, 1998, 1999) concede gran importancia al ambiente familiar como soporte de las

actividades en las que se comprometen los niños en las primeras edades, que son posteriormente decisivas para el logro de la competencia experta. Asimismo se considera que el medio escolar, y más en concreto determinadas estrategias instruccionales –enseñanza directa, toma en consideración del conocimiento previo, retroalimentación y conocimiento de los resultados y práctica concurrente y variada- , influyen directamente sobre el tipo de actividades de aprendizaje que realiza el alumno y la práctica que lleva a cabo en la tarea. Parte de la práctica deliberada con las tareas relevantes en un dominio están ligadas al ámbito académico y a la situación formal de enseñanza-aprendizaje. Más recientemente, los teóricos del aprendizaje situado han destacado la importancia de la instrucción anclada en el contexto, el aprendizaje cooperativo y el diseño de ambientes de aprendizaje en general para la adquisición de la competencia experta (Goldman, Petrosino y CTGV, 1999). Por otra parte, Sternberg y colaboradores (Sternberg, Grigorenko, Ferrari, y Clinkenbeard, 1999; Sternberg, Torff y Grigorenko, 1998) han destacado la necesidad de ajustar los métodos instruccionales a las habilidades y preferencias de los estudiantes, tanto en el nivel de primaria como en el universitario.

El modelo tiene carácter general para diversos dominios de contenido, aunque también atiende a las diferencias entre dominios distintos. Estas diferencias se supone que se sitúan en el distinto peso explicativo que adquieran los componentes del modelo en cada dominio.

Una característica fundamental del modelo es la interacción entre sus elementos componentes, tal como se puede apreciar en la figura 2. En esta figura aparecen los cuatro componentes del modelo implicados en la adquisición de la competencia experta y las relaciones entre ellos. Todos los componentes se supone que influyen directamente en la adquisición

de los conocimientos y habilidades que constituyen la competencia experta. Pero además se da una interrelación entre estos componentes, de manera que unos componentes influyen directamente sobre otros, a la vez que alguno de ello ejerce una influencia indirecta sobre los conocimientos y habilidades que definen la competencia experta, a través de otro componente mediador.

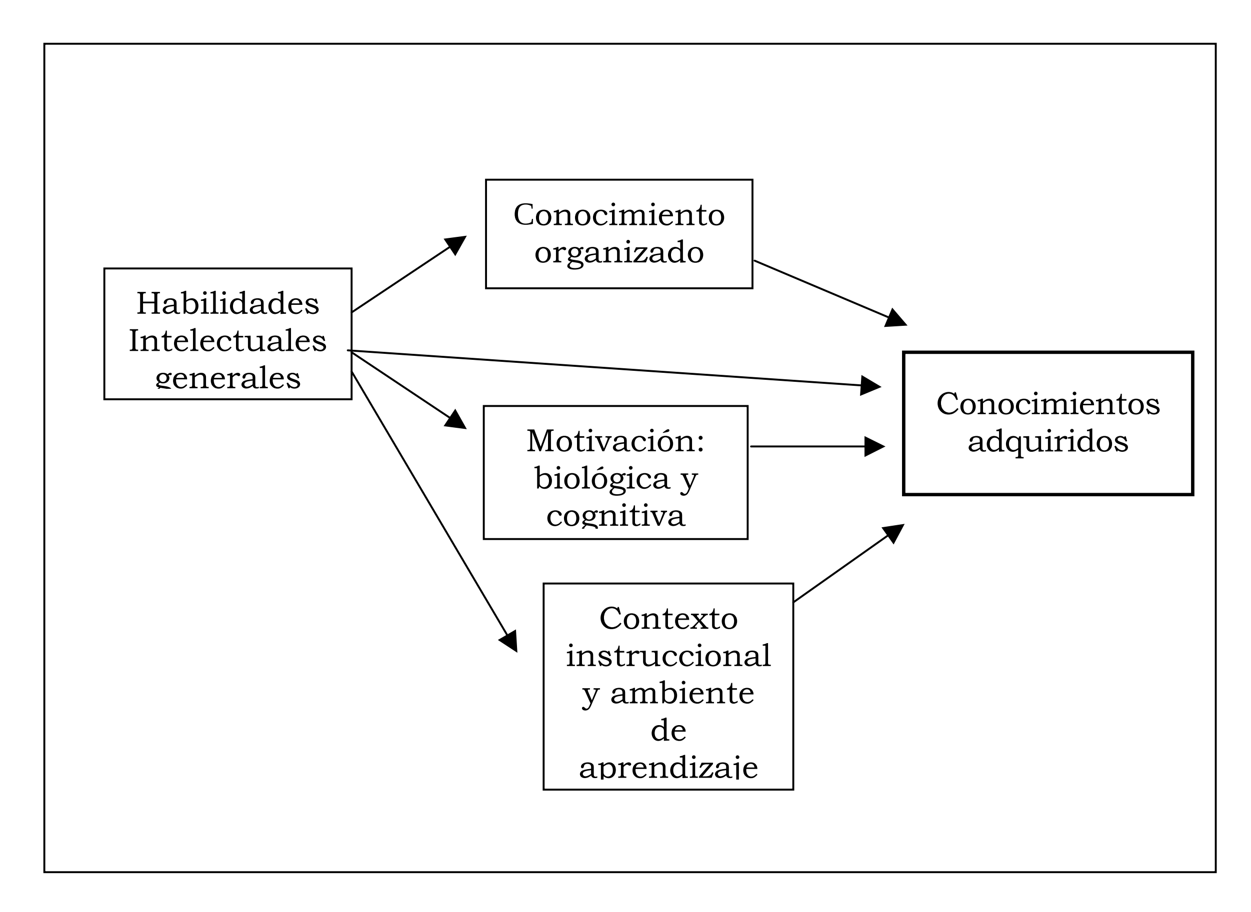


Figura 2. Modelo estructural sobre los componentes de adquisición de la competencia experta.

Las *habilidades intelectuales* son una variable exógena en el modelo estructural, una vez que no son influidas por otra variable. Evidentemente, el que no estén influidas por ninguna variable constituye una simplificación didáctica y metodológica, una vez que podemos suponer que estas habilidades son también el resultado de los

conocimientos y habilidades adquiridas y consolidadas con el tiempo, en estrecho diálogo con los factores y predisposiciones innatas. Sin embargo, en aras de la operatividad del modelo, se considera que las habilidades constituyen un factor exógeno en el mismo.

El término mismo "habilidades" nos hace suponer la existencia de diversos aspectos de la capacidad intelectual que sólo mantienen una relación moderada entre sí, así como una relación diferencial con los demás elementos del modelo, frente a la existencia de una única habilidad general representada por un factor común "g", (Gardner, 1983, 1993; Sternberg, 1985a, Sternberg y colaboradores, 2001).

En el modelo propuesto, las habilidades intelectuales interactúan con otras variables a la hora de explicar la competencia. Así, se supone que las habilidades intelectuales ejercen una influencia directa sobre la habilidad para organizar el conocimiento, así como sobre los resultados finales de adquisición de la competencia, en línea con Sternberg (1994, 1999a). Las habilidades intelectuales también pueden estar relacionadas con la motivación, si suponemos que parte de la motivación se debe a la tenencia de una mayor habilidad intelectual. Por otra parte, se espera que la habilidad intelectual influya sobre la percepción que tienen los estudiantes a cerca de la instrucción recibida.

El *conocimiento organizado* ejerce una influencia directa sobre la adquisición de la competencia que se supone es independiente y mayor del que ejercen las habilidades intelectuales. La habilidad de organizar cualitativamente el conocimiento explica la adquisición de nuevas competencias, más allá, e independientemente, de lo que lo hace la influencia directa de las habilidades intelectuales o la influencia indirecta de éstas a través del propio conocimiento sobre la competencia. Además, la magnitud del efecto del conocimiento sobre la adquisición de la competencia, se supone igual o mayor que el de los efectos totales de las

habilidades intelectuales. De esta forma se reconoce el papel predominante que tiene el conocimiento en el desarrollo de la competencia experta (Charness y Schultetus, 1999; Day, Arthur y Gettman, 2001; Ericsson y Lehmannn, 1996; Glaser, 1984, 1996; Patel, Kaufman y Arocha, 2000), independientemente de las habilidades intelectuales. No obstante, el hecho de que las habilidades intelectuales también ejerzan algún grado de efecto directo sobre el conocimiento e indirecto a través de éste, sobre la adquisición de los conocimientos y habilidades que forman parte de la competencia experta, estaría también en consonancia con la teoría sintética de la expertez (Sternberg, 1994, 1999a) y la teoría de la complejidad cognitiva de Ceci (1996) sobre la adquisición de la competencia, que destacan el carácter interactivo de ambos elementos.

La *motivación* covaría con las habilidades intelectuales, y tiene un efecto directo sobre la competencia. La motivación es un complejo mecanismo en el que intervienen factores biológicos y cognitivos (Covington, 2000) que determinan el impulso general a la actividad, el sentimiento de autoeficacia y la motivación hacia el logro.

El *contexto instruccional*, representado por los métodos de enseñanza y el ambiente global de aprendizaje, también ejerce en el modelo una influencia directa sobre la adquisición de los conocimientos y habilidades que definen la competencia experta, en la situación de enseñanza-aprendizaje en que se formula el modelo. Determinados procedimientos instruccionales parecen estar relacionados más directamente que otros con la adquisición de la competencia experta (Ericsson, 1998; Ericsson y Charness, 1994; Ericsson, Krampe y Tesch-Römer, 1993), o el ajuste entre las características del estudiante y determinados métodos instruccionales llevan a un mayor rendimiento (Sternberg, Grigorenko, Ferrari, y Clinkenbeard, 1999). Por otra parte, Goldman, Petrosino y

CTGV (1999) han destacado la importancia que tiene un ambiente rico de aprendizaje para la adquisición de la competencia experta.

Este modelo teórico se somete a prueba en el estudio empírico que se realiza en la segunda parte de este trabajo, sirviendo de guía para la formulación de objetivos e hipótesis.

Capítulo 8. Estudio empírico.

En este capítulo se ofrecen los resultados del estudio empírico realizado tomando en consideración los aspectos que entran a formar parte del desarrollo inicial de la competencia experta. En él se trata de establecer qué aspectos aparecen relacionados de forma significativa con la adquisición de conocimientos y habilidades que supone el aprendizaje complejo de un material instruccional, en el contexto de la especialización profesional que constituye la enseñanza universitaria.

Se describen los objetivos y las hipótesis formuladas, el método empleado y los resultados obtenidos, utilizando diferentes acercamientos metodológicos, tanto cualitativos como cuantitativos, que incluyen la recogida y el análisis de datos.

8.1. Planteamiento general y objetivos.

El estudio empírico se enmarca en el esquema teórico y metodológico presentado en el capítulo anterior, y se basa en un modelo que recoge los factores más relevantes que han entrado a formar parte de las teorías y modelos explicativos sobre el desarrollo de la conducta y la competencia experta (Ericsson, 1999; Ericsson y Charness, 1994; Ericsson, Krampe y Tesch-Römer, 1993; Sternberg, 1994, 1998a, 1999a).

En este modelo se identifican los elementos principales que entran a formar parte de la adquisición de la competencia experta y que por consiguiente se supone van a jugar un papel fundamental en la explicación de la adquisición del conocimiento y las habilidades cognitivas: las habilidades intelectuales generales, la organización del conocimiento, la motivación y el contexto, en nuestro caso el contexto instruccional.

El modelo atiende también a la interacción entre los elementos que lo componen. Éstos, se supone que influyen directamente en la adquisición de los conocimientos y habilidades que constituyen la competencia experta. Pero además se da una interrelación entre estos componentes, de manera que unos componentes influyen directa o indirectamente sobre otros.

Este modelo sirve como esquema teórico para poner a prueba distintas teorías e hipótesis explicativas alternativas acerca del desarrollo de la competencia experta, enunciadas en el capítulo anterior en el que se han presentado las diferentes teorías y modelos sobre la competencia. Así por ejemplo, el tema de la importancia relativa de las habilidades intelectuales generales frente a la habilidad de organización del conocimiento (Ceci, 1996; Ericsson y Charness, 1994; Glaser, 1984; Sternberg, 1996, 1999a), sigue siendo una cuestión abierta.

El contraste de un modelo teórico de este tipo requiere el uso de diseños metodológicos y técnicas de análisis de datos que permitan analizar las interrelaciones complejas que se dan entre los diferentes factores implicados en la adquisición de la competencia. Es necesario llevar a cabo investigaciones con diseños longitudinales y multivariados, que permitan evaluar el complejo patrón de interrelaciones entre las distintas variables, en los que se combinen diferentes procedimientos de obtención y análisis de datos.

A partir del marco teórico revisado, y tomando como referencia el modelo propuesto en el capítulo anterior, se formulan los siguientes objetivos:

1. Integrar las distintas hipótesis explicativas sobre el desarrollo inicial de la competencia experta, la adquisición del conocimientos y las habilidades cognitivas complejas, en un modelo metodológico de carácter heurístico que sea útil para investigar las relaciones que se dan entre las variables presentes en los modelos teóricos.

Este objetivo incluye la identificación y validación de nuevos procedimientos de evaluación, así como la definición operativa de nuevas variables para la evaluación de aspectos tales como las estructuras conceptuales en las que se organiza el conocimiento, las estrategias de aprendizaje que emplean los estudiantes en situaciones

naturales de aprendizaje, la motivación, o la percepción que tienen los alumnos sobre diferentes estilos de enseñanza/aprendizaje.

2. Identificar las principales variables que afectan a la adquisición del conocimiento y el rendimiento en una situación natural de enseñanza, en estadios avanzados de aprendizaje, y establecer la contribución diferencial y específica de las variables cognitivas, personales e instruccionales, sobre el aprendizaje de los alumnos.

3. Profundizar en el análisis de cada uno de los factores cognitivos, personales e instruccionales, y las relaciones que muestran con el rendimiento de los alumnos.

   Así, en relación a los aspectos intelectuales y cognitivos se trata de:

   - Establecer la relación entre habilidad intelectual y los resultados de aprendizaje.
   - Comprobar el papel que juega la organización y elaboración del conocimiento en la adquisición del conocimiento y las habilidades.
   - Determinar la relación entre la habilidad de organización del conocimiento y la capacidad intelectual, y de estos aspectos con los resultados finales de aprendizaje.
   - Estudiar el posible efecto compensatorio del conocimiento o la habilidad intelectual sobre la adquisición de conocimientos y habilidades puestas de manifiesto en el rendimiento final.
   - Analizar los procesos de cambio conceptual que tienen lugar durante la adquisición del conocimiento y el aprendizaje complejo.

En relación a los aspectos personales y motivacionales, se trata de:

- Determinar la importancia de la motivación, definida mediante cuestionarios.

En relación a los aspectos instruccionales, se trata de:

- Establecer si las distintas estrategias o estilos de enseñanza aparecen relacionadas con un mayor aprendizaje de los alumnos en el contexto de la enseñanza superior.

4. Identificar las características diferenciales de los alumnos con mayor y menor competencia, puesta de manifiesto en sus distintos niveles de aprendizaje o conocimientos adquiridos.

5. Formular un modelo causal de tipo estructural que permita identificar las distintas vías de influencia de unas variables sobre otras, y sobre los resultados finales de aprendizaje.

6. Derivar implicaciones educativas a partir del conocimiento de la forma precisa en que se producen las relaciones entre las variables, la importancia de la organización cualitativa del conocimiento y su independencia o no de la habilidad intelectual, y del tipo de estrategia instruccional que favorece en mayor medida el aprendizaje y la adquisición de conocimientos.

Teniendo en cuenta los objetivos anteriores, se presentan a continuación de forma explícita algunas de las *hipótesis principales de nuestro trabajo*:

1. Las variables operativizadas y los procedimientos utilizados para la evaluación de los nuevos aspectos relacionados con la adquisición

del aprendizaje complejo y el desarrollo inicial de la competencia experta, poseen unas características de fiabilidad y validez adecuadas.

2. Existe un conjunto de variables pertenecientes a cada uno de los ámbitos cognitivo, motivacional e instruccional que hacen una contribución significativa e independiente a la explicación de la adquisición de conocimientos y habilidades.

3. La habilidad de organización del conocimiento es un aspecto independiente de la capacidad intelectual y contribuye, de forma conjunta con la inteligencia y en mayor medida que ésta, a explicar los resultados del aprendizaje y los conocimientos adquiridos.

4. Se produce un efecto compensatorio de la organización del conocimiento, con relación al nivel intelectual, sobre el aprendizaje, de forma que un conocimiento más organizado puede llegar a compensar un menor nivel de inteligencia.

5. Se produce un proceso de cambio conceptual, desde el inicio al final del proceso de enseñanza-aprendizaje, dirigido hacia un mayor nivel de complejidad, organización y adecuación de las estructuras cognitivas del aprendiz, que refleja asimismo la adquisición de los conocimientos adquiridos.

6. Las estrategias cognitivas constituyen una habilidad independiente de la habilidad intelectual y de la habilidad de organización conceptual de la información, y contribuyen conjuntamente con éstas a predecir/explicar la adquisición de conocimientos y habilidades.

7. La motivación es un aspecto que influye –o predice- de forma significativa el aprendizaje de los alumnos.

8. Las preferencias de los alumnos por determinadas estrategias o estilos de enseñanza del profesor, están relacionadas con los resultados de aprendizaje de los alumnos.

9. La estructura de relaciones causales entre variables pone de manifiesto que se sigue manteniendo la influencia directa de la organización del conocimiento sobre el aprendizaje, aunque también sea importante la influencia de la capacidad intelectual.

8.2. Método.

8.2.1. Participantes.

Los participantes en este trabajo fueron 124 estudiantes de primer curso de los estudios de Psicopedagogía de la Universidad de Alicante. Aproximadamente el 32.25% son del género masculino y el 67.75% del femenino. Estos alumnos constituyen la práctica totalidad de los alumnos que asistían regularmente a las clases del grupo con horario de mañana y del grupo con horario de tarde. Se trata pues de un grupo de estudiantes que ha accedido a los estudios de

Psicopedagogía –como se sabe estudios de sólo segundo ciclo-, una vez superada una diplomatura universitaria o los tres primeros años de una determinada licenciatura. En este grupo el 90% de los estudiantes han realizado la diplomatura de Magisterio, y el resto han superado los tres primeros cursos de la licenciatura en Psicología o Pedagogía. Este hecho hace que la mayor parte de estos alumnos posea conocimientos previos de carácter general de tipo psicológico y /o educativo. Se trata de alumnos que han finalizado sus estudios en el año anterior y se han incorporado directamente a los estudios de Psicopedagogía, por lo que en su mayoría no poseen aún experiencia profesional en el campo de la educación, aunque también contamos con algunos maestros que están en ejercicio. Además, se trata de alumnos que han tenido que superar un proceso selectivo para acceder a este tipo de estudios, una vez que existe limitación de plazas en ellos debido a que la demanda supera el número de plazas ofertadas. Este proceso selectivo se realiza en función de las calificaciones obtenidas en los estudios previos únicamente.

El número total de alumnos matriculados entre los dos grupos al inicio del curso es de 160, aunque el número de alumnos que asisten a clase desde el inicio queda reducido a 124 como hemos mencionado anteriormente. Esta pérdida de individuos podemos considerarla totalmente aleatoria, ya que se debe a causas muy diversas, como la imposibilidad de asistir a clase por residir en otra comunidad autónoma, abandonar los estudios, aprobar unas oposiciones o decidir preparar las mismas.

La muestra inicial de alumnos que asisten a clase y que participan en el estudio quedó reducida únicamente en 1 participante durante el curso de la investigación. Se trata de un alumno que inició las clases y la investigación pero que abandonó antes de completar el 60% de la misma. Por otra parte, algunos participantes presentaron ausencia de

datos -missing value - en alguna o algunas de las variables medidas, lo que no respresenta más del 10% de los casos.

Se trata por consiguiente de una muestra incidental de individuos, que no fue seleccionada por ninguno de los métodos de muestreo que garantizan en mayor medida la representatividad de la muestra, y la validez externa de los resultados. Sin embargo, esta es una situación muy común en la mayoría de las investigaciones educativas.

En estas condiciones, la generalización de los resultados se garantiza más en la medida en que, por una parte, la muestra de individuos disponible no constituya una muestra sesgada de la población de individuos a la que pertenece, y por otra, se elimina la amenaza de la interacción entre la selección y la variable o las variables experimentales. Sobre este segundo aspecto Snow (1979) señaló que la generalización de los resultados empíricos a la población de interés descansa sobre dos inferencias. La primera de ellas consiste en la extrapolación de los resultados obtenidos en la muestra a la población accesible de la que se ha extraído dicho conjunto. La segunda inferencia consiste en generalizar de esta población accesible a la población general de interés. Aunque estas dos inferencias son justificables cuando se han observado los requisitos metodológicos de muestreo, esto es, cuando la muestra inicial de individuos ha sido extraída aleatoriamente de la población accesible y cuando ésta es una muestra representativa de la población general de interés. Sin embargo, en las investigaciones psicológicas y educativas rara vez se cumplen estos requisitos, sobre todo en lo referido a la segunda inferencia.

En esta situación, la única solución consiste en "describir con la mayor exhaustividad posible las características de la población de interés, de la población accesible y la muestra disponible" (Snow, 1979, pp. 197-198). Aunque esta descripción nunca llegará a ser total, se deben de

incluir en ella “aquellas variables de los individuos que la teoría, la investigación previa, el análisis de la tarea o la propia intuición del investigador, sugieren que son razonablemente relevantes para sus variables experimentales y dependientes” (Snow, 1979, p. 198).

En estrecha relación con las características de la muestra disponible y de la generalización de los resultados, se encuentra el que los participantes en nuestro estudio sean estudiantes universitarios de segundo ciclo y de un dominio particular de conocimiento. Respecto al primer hecho, hay que indicar que, como se ha visto anteriormente en la parte teórica, la investigación actual sobre la expertez se va extendiendo desde el ámbito profesional al ámbito académico donde se puede analizar su desarrollo. Respecto al segundo, que la generalización de los resultados de nuestro trabajo está limitada, evidentemente, a un dominio particular de conocimiento y a un ámbito académico y profesional determinado.

8.2.2. Instrumentos y variables.

En este trabajo se emplearon diversos materiales e instrumentos, algunos de los cuales fueron elaborados durante el curso de la investigación. A continuación se describe el material y las pruebas utilizadas, agrupados según su función.

1. Material didáctico. Incluye los distintos temas incluidos en el programa de la asignatura Psicología de la Instrucción, de cuarto curso de la Licenciatura de Psicopedagogía. Estos temas se encuentran recogidos en el manual sobre *Psicología de la Instrucción* (Castejón, 2001).

2. Pruebas de evaluación de las características psicológicas.

   La prueba STAT (Sternberg Triarchic Abilities Test), nivel H, es un instrumento diseñado para evaluar las tres habilidades de la inteligencia triárquica, (Sternberg, 1985; 2000). El STAT es un instrumento de evaluación de la inteligencia triárquica, con diferentes niveles cada uno de los cuales se emplea en un rango de edad distinto (Sternberg, 1991; 1993). El nivel H, empleado en este trabajo, es apropiado para estudiantes de cursos superiores de educación secundaria y para estudiantes de universidad. El test mide tres habilidades de la inteligencia, la analítica, la práctica y la creativa, en tres dominios de contenido, el verbal, numérico y figurativo.

   La prueba consta de 36 ítemes repartidos en 9 escalas, con 4 ítemes cada una, que se agrupan a su vez en las 3 categorías, la inteligencia analítica, la práctica y la creativa. Cada una de las 3 escalas que componen cada tipo de inteligencia, constituye un ejemplo de la modalidad verbal, numérica o figurativa en la que están formulados los ítemes de esa subescala. Las 9 subescalas son:

   1. Analítica-Verbal: Donde se han de derivar los significados de neologismos (palabras artificiales) de contextos naturales.

2. Analítica-Cuantitativa: Series de números. Los estudiantes tienen que decir cual es el número que viene a continuación en una serie de números.

3. Analítica-Figurativa: Matrices. Los estudiantes ven una matriz figurativa con la casilla inferior derecha vacía, y deben de decir qué opción corresponde al espacio en blanco.

4. Práctica-Verbal: Razonamiento de cada día. Se presenta a los estudiantes una serie de problemas diarios para que seleccionen la opción que mejor resuelve cada problema.

5. Práctica-Cuantitativa: Matemáticas cotidianas. Se presenta a los estudiantes escenarios que requieren el uso de las matemáticas en la vida diaria.

6. Práctica-Figurativa: Planificación de rutas. Se presenta a los estudiantes un mapa de un área para que indiquen la mejor forma de desplazarse por las áreas representadas en el mapa.

7. Creativo-Verbal: Analogías novedosas. Se les presentan a los estudiantes analogías verbales precedidas por premisas y deben de resolver las analogías considerando que las premisas son verdad.

8. Creativo-Cuantitativa: Operaciones con números nuevos. Se les presentan a los estudiantes reglas para las operaciones con números nuevos, que implica manipulaciones numéricas que difieren en función de si el primero de dos operandos es mayor que, igual a, o menor que el segundo. Los participantes tienen que usar los nuevos números para resolver problemas matemáticos.

9. Creativo-Figurativo: En cada ítem, se les presenta primero a los participantes unas series figurativas que conllevan una o más transformaciones, y deben de aplicar la regla de las series a una nueva figura con una apariencia diferente.

La validación preliminar del STAT-Nivel H (Sternberg y Clinkenbeard, 1995; Sternberg, Grigorenko, Ferrari, y Clinkenbeard, 1999) ha mostrado que es apropiado para el propósito con el que se elaboró. El análisis factorial realizado sobre una muestra americana reveló 3 factores independientes –analítico, creativo y práctico. El análisis se basó sobre la parte de elección múltiple y sobre la parte de ensayo. Los primeros resultados obtenidos en la adaptación de este instrumento en España (Murcia), indican que el test tiene una fiabilidad adecuada y que las puntuaciones obtenidas por los participantes en el estudio siguen una distribución que no se aleja significativamente de la normal (García, 1997; Sternberg, Prieto y Castejón, 2000). Los índices de fiabilidad de consistencia interna de cada una de las 3 subpruebas de que consta el test van desde .65 a .75. Estos valores, aunque moderados, reflejan el hecho de que cada subescala esté compuesta por elementos de las 3 modalidades de contenido. Los estudios sobre la validez estructural de la prueba, realizados tanto con muestras nacionales (Sternberg, Prieto y Castejón 2000), como los llevados a cabo en muestras de participantes internacionales (Sternberg, Castejón, Prieto, Hautamäki, y Grigorenko, 2001), con la finalidad de examinar la validez cruzada del instrumento, ponen de manifiesto que el modelo que mejor se ajusta a los datos es el modelo basado en la concepción triárquica de la inteligencia.

El instrumento utilizado para la evaluación de la motivación, mediante inventario, es el MAE (Motivación y Ansiedad de Ejecución) de Pelechano (1973,b). El cuestionario MAE se elabora a partir de las investigaciones de la escuela de motivación de ejecución y rendimiento, comprometida en el estudio de los determinantes de la ejecución manifiesta, dentro del paradigma neoconductista (Pelechano, 1973,a). El cuestionario recoge por tanto aspectos relativos a la conducta de trabajo, o estudio, que se suponen directamente relacionados con el rendimiento, como la cantidad de esfuerzo realizado, el nivel de autoexigencia del individuo, etc. En este sentido, viene a complementar los instrumentos que atienden a los aspectos cognitivos de la motivación. Aunque el cuestionario MAE fue elaborado inicialmente para evaluar la motivación laboral, ha sido utilizado en numerosas ocasiones (Pelechano, 1989) para evaluar la motivación para el estudio en muestras de estudiantes de cursos superiores, principalmente de bachillerato. En estos casos se indica a los participantes que el término trabajo tiene el sentido de trabajo de estudio. El cuestionario consta de 72 ítemes, con 2 alternativas de respuesta “si” y “no”, agrupados en 6 factores: Tendencia a Sobrecarga de Trabajo (M1), Indiferencia Laboral y Separación entre el Mundo Privado y el Laboral (M2), Autoexigencia Laboral (M3), Motivación Positiva hacia la Acción, Ambición Positiva (M4), Ansiedad Inhibidora del Rendimiento (A1) y Ansiedad Facilitadora del Rendimiento (A2). En nuestro estudio se tienen en cuenta los factores relativos a la motivación. Los factores M1, M3 y M4 tienen sentido positivo y se consideran relacionados positivamente con el rendimiento, mientras que el factor M2 tiene sentido motivacional negativo. El factor Tendencia a Sobrecarga de Trabajo (M1) está compuesto de 11 elementos que tratan de evaluar los aspectos objetivos y subjetivos relativos

a la tendencia de sobrecargarse de trabajo en relación con los demás. El factor de Indiferencia Laboral y Separación entre el Mundo Privado y el Laboral (M2) refleja una cierta indiferencia hacia el mundo del trabajo o del estudio, así como una separación entre éste y el mundo privado. El factor de Autoexigencia Laboral (M3) refleja una tendencia a superarse constantemente en el trabajo y/o en el estudio y a evaluar positivamente el mundo del trabajo o del estudio, dentro del cual se encuentran situados intereses que el individuo estima muy importantes. El factor de Motivación Positiva hacia la Acción, Ambición Positiva (M4) está formado por elementos que recogen aspectos referidos a la necesidad de logro en general. Se trata del factor motivacional menos específico. La validez estructural –composición factorial- del cuestionario y la fiabilidad de los distintos factores es adecuada, tanto en muestras de adultos como en muestras de estudiantes de bachillerato (Pelechano, 1973,b; 1989).

La evaluación de las estrategias de aprendizaje, se realiza mediante el Cuestionario de Procesos de Estudio (CPE) –Study Process Questionnaire-, elaborado originalmente por Biggs (1987,b) con muestras de estudiantes universitarios. Este cuestionario está compuesto por 42 ítemes que recogen aspectos tanto de la motivación como de los procesos y estrategias de estudio y aprendizaje que siguen los estudiantes de niveles superiores, secundaria y universidad. El inventario se sustenta sobre la teoría de los enfoques de aprendizaje de Biggs (1987,a) en la que aparecen estrechamente unidas las estrategias a los motivos que hay detrás de las mismas. Una vez que se considera que el aprendizaje en situaciones educativas resulta de la interacción de tres elementos clave, la intención o el motivo de

quien aprende, el proceso o la estrategia que utiliza y los logros que obtiene. La finalidad principal del cuestionario es la de evaluar el grado en que emplea uno u otro enfoque de aprendizaje o la forma de abordar las tareas de estudio que un estudiante adopta en su proceso de aprendizaje. Los 42 ítemes se agrupan en 6 escalas, 3 de tipo motivacional (motivo superficial, motivo profundo y motivo de logro) y 3 relativas a las estrategias (estrategia superficial, profunda y de logro), que a su vez se agrupan, combinando los motivos y estrategias correspondientes en tres grandes enfoques, el superficial, el profundo y el de logro. Dando lugar así a 9 variables, 3 referidas a los motivos (superficial, profundo y de logro), 3 a las estrategias (superficial, profunda y de logro) y 3 a los enfoques (superficial, profundo y de logro). La versión del cuestionario CPE utilizada en nuestra investigación es la adaptación realizada por Hernández (1996) con una muestra amplia de estudiantes de la Universidad de Murcia. Otros estudios de adaptación de esta escala a nuestro ámbito (Barca, 1999; Porto, 1994; Porto y colaboradores, 1995; Valle y colaboradores, 1997) ponen de manifiesto unas propiedades psicométricas adecuadas de la prueba.

La evaluación de los estilos de enseñanza y aprendizaje se realiza mediante un inventario elaborado durante el curso de la investigación, cuyas características principales se presentan a continuación. El cuestionario de Estilos de Enseñanza-Aprendizaje (ESTIEA) tiene sus principales fundamentos teóricos en las teorías sobre el desarrollo de la competencia experta (Ericsson, 1998; Ericsson y Charness, 1994; Ericsson, Krampe, y Tesch-Römer, 1993; Ericsson y Lehman, 1996; Goldman, Petrosino y el Cognition and Technology Group at Vanderbilt, 1999), en ambientes instruccionales y profesionales. La

formulación de los elementos que forman la escala se realizó por los miembros del equipo de trabajo que forma parte del proyecto de investigación en el que se inscribe este trabajo, coordinados por el director del mismo, y una vez revisada la bibliografía correspondiente que constituye su marco teórico. El cuestionario original consta de 25 ítemes que recogen 5 aspectos teóricamente diferentes del proceso de enseñanza y aprendizaje: el trabajo independiente, la discusión en grupo, la explicación del profesor, el trabajo cooperativo y las prácticas, que se operativizan con 5 ítemes cada uno de ellos. Los participantes tienen que responder a cada uno de los enunciados en una escala tipo Likert con 5 graduaciones de respuesta, desde nada de acuerdo hasta totalmente de acuerdo. El trabajo independiente se operativiza mediante ítemes tales como "El verdadero aprendizaje es aquel que se produce a través del esfuerzo individual del alumno", o "Creo que los trabajos independientes de tipo individual son un buen recurso para el profesor y un buen medio de aprendizaje para el alumno". La discusión en grupo se define mediante ítemes referidos a los procesos de discusión en clase guiados por el profesor, tales como "Los discursos en clase entre los alumnos, moderados por el profesor, son uno de los mejores métodos de enseñanza y aprendizaje" o " Mi estilo de aprendizaje se asemeja al de las personas que les gusta más comentar, contrastar y discutir ideas con los compañeros, que al de las que les gusta leer, escuchar o asistir a una conferencia sobre el tema". La explicación del profesor hace referencia al uso de métodos expositivos, incluyendo la clase magistral y la presentación de los materiales a aprender a los alumnos, por parte del profesor; se define mediante ítemes como "Creo que las explicaciones del profesor en clase son fundamentales" o "Si tuviera que enseñar a un grupo de alumnos un material nuevo, creo que sería mejor

hacerlo mediante una charla que mediante una discusión en grupo". El trabajo cooperativo se define a través de ítemes sobre la preferencia por el trabajo con los compañeros, tales como "Me gusta trabajar con mis compañeros", y "Me relaciono bien con los compañeros en los trabajos en grupo". Finalmente, los enunciados relativos a las prácticas hacen referencia a la importancia que tiene para el alumno un tipo de enseñanza y de aprendizaje basado en el análisis de ejemplos y casos prácticos, así como de la propia experiencia. Se define mediante ítemes como "Las asignaturas deberían tener más tiempo dedicado a las clases prácticas y menos a las clases teóricas del profesor", y " Si tuviera que enseñar a un grupo de compañeros más jóvenes un material nuevo, lo haría ofreciendo ejemplos para que los analicen antes que dar una charla sobre el tema". En el anexo 1-a se ofrece la escala completa, así como la escala reducida una vez que se analizan las características psicométricas de la misma.

3. Instrumento de evaluación de las estructuras cognitivas.

La evaluación de la estructura del conocimiento adquirido durante el proceso de aprendizaje se realiza mediante el *Pathfinder*, un procedimiento relativamente nuevo, y muy utilizado para la medida de la organización del conocimiento, establecido por Schvaneveldt (1990), y que ha mostrado su validez en varios estudios, tanto experimentales como de campo (Cooke, y colaboradores, 1986; Cooke y colaboradores, 2000; Dorsey, y colaboradores, 1999; Goldsmith, y colaboradores, 1991; Kraiger y colaboradores, 1995; Ruiz y colaboradores, 1998; Schvaneveldt, y colaboradores, 1985). El *Pathfinder* es una técnica algorítmica que transforma una matriz de proximidades entre conceptos en una estructura en forma de red, sin forzar una solución jerárquica como hacen otros métodos similares

(Johnson, 1967), sino que trata de reproducir la estructura existente en los datos. En la red generada por *Pathfinder*, cada elemento –concepto en nuestro caso-, se representa por un nodo y las conexiones entre ellos se representan mediante relaciones entre conceptos. El método busca a través de los nodos de la red para hallar la trayectoria (path) indirecta más cercana entre elementos. Sólo se añade un vínculo (link) directo entre dos nodos, si la trayectoria indirecta más cercana entre los dos nodos es mayor que el valor de la proximidad para estos pares de elementos. Cada vínculo entre conceptos que entra en la red tiene un peso, en función de la distancia entre los elementos que se relacionan. El procedimiento de generación de la red incorpora dos parámetros, r y q. El primero, r, varía entre 1 e infinito, y determina el número de vínculos (links) en la red resultante; de forma que conforme r disminuye, se van añadiendo relaciones (links), y con $r = \omega$ *Pathfinder* produce la red mínima completa entre los pares de conceptos. El segundo parámetro, q, es un número entero que varía entre 2 y n–1, inclusive, donde n es el número de nodos o elementos. Al igual que en el caso anterior, conforme el valor de n incrementa, disminuye el número de vínculos (links) entre conceptos en la red. En nuestro estudio, se eligen los parámetros r = infinito y q = n-1, por ser los que proporcionan las redes más simples.

El *Pathfinder* calcula varios índices que ofrecen diversa información sobre la estructura conceptual y organización de los conceptos, de los cuales, los más empleados son la medida de coherencia (COH) y la de similitud (SIM) de las matrices de proximidad de cada individuo o grupo. El índice COH es una medida de coherencia de un conjunto de datos de proximidad. Su valor oscila entre 0 y 1. Cuanto mayor es este índice, más

consistentes son los datos originales y más fiables pueden considerarse las estimaciones de distancia o proximidad realizadas en la matriz de datos originales. Así COH, puede considerarse tanto una medida de la fiabilidad de los datos originales como del grado de organización de la estructura conceptual resultante. Otra medida ofrecida por el *Pathfinder* es la similitud entre redes conceptuales, establecida a partir de la correspondencia de los vínculos o conexiones (links) entre ellas. La similitud es igual al número de conexiones en común dividido por el número de conexiones existentes en cualquiera de ellas. El valor de este índice varía entre 0 y 1. Dos redes idénticas dan como resultado un valor de 1, mientras que dos redes que no comparten ninguna conexión dan lugar a un valor de similitud 0. Este segundo índice permite cuantificar la semejanza que existe entre dos redes o estructuras conceptuales que comparten un conjunto común de conceptos y comparar las redes conceptuales de un experto y una o varias personas noveles, no sólo en sus aspectos cuantitativos sino también cualitativos, habiendo mostrado una validez de constructo consistente a través de diferentes contextos y situaciones (Pinkerton, 1998). Para el cálculo de ambos índices se emplea el programa de ordenador PCKNOT (Knowledge Network Organizing Tool) para PC's, Versión 4.3, publicado en 1999 por Interlink, Inc. (USA).

En nuestro trabajo se le presentó a los estudiantes una matriz de relaciones entre 20 conceptos relativos al tema bajo estudio en dos ocasiones, antes y después de la explicación y la fase de estudio. Estos 20 conceptos se seleccionan como conceptos centrales en el dominio de la Psicología de la Instrucción, existiendo una mínima variación entre los conceptos seleccionados en el grupo de alumnos que asisten al horario de

mañana y al horario de tarde, debido a pequeñas variaciones en el programa de la asignatura; en total, de los 20 conceptos seleccionados, hay diferencia en 5 conceptos entre los grupos de mañana y de tarde. En la selección de los conceptos se tuvieron en cuenta las sugerencias de Goldsmith y colaboradores (1991) y Dorsey y colaboradores (1999) sobre el número de conceptos a incluir y el nivel de generalidad de los mismos. Los conceptos seleccionados en nuestro estudio y las instrucciones para cumplimentar la tarea en el grupo de mañana se encuentran en el anexo 1-b, y conceptos seleccionados y las instrucciones para cumplimentar la tarea en el grupo de tarde se encuentran en el anexo 1-c.

La tarea del individuo era indicar el grado de relación entre cada par de conceptos, en una escala de 5 puntos, de los [n*(n-1)]/2 = [20*19]/2 = 190 pares posibles. Para cada individuo que participa en el estudio se calcularon dos índices, el de coherencia y el de similitud con el experto, en dos ocasiones distintas, antes y después de la tarea de aprendizaje. El índice de similitud requirió una estructura referencial con la que comparar la de los estudiantes. Esta estructura experta fue provista por 2 miembros del equipo de investigación, quienes también evaluaron de forma independiente la relación entre todos los pares posibles de conceptos. Para establecer una estructura experta única se procedió del siguiente modo. Primero, se calculó el coeficiente de correlación de Pearson entre las estimaciones de los dos miembros del equipo para las 190 relaciones evaluadas. Este coeficiente resultó ser de 0.89, lo que indica el alto grado de concordancia entre los dos expertos. En segundo lugar, se procedió de forma similar a como lo hacen Van de Wiel, Boshuizen y Schmidt (2000), acercando las valoraciones de los

dos expertos en aquellos casos en que estas no eran coincidentes, a través de un proceso reiterativo en el que se llegó a establecer una estructura única.

4. Evaluación del rendimiento final.

La evaluación de los aprendizajes de cada participante en el trabajo perteneciente al grupo con horario de mañana, se realizó mediante una prueba objetiva de rendimiento, destinada a evaluar tanto los aspectos conceptuales como los procedimentales. Los primeros, a través de cuestiones relacionadas con la definición, comprensión y establecimiento de relaciones entre conceptos. Los segundos, mediante cuestiones referidas a la aplicación de los conocimientos adquiridos a la resolución de problemas de tipo práctico. Para la construcción de la prueba objetiva se siguió el procedimiento básico en la construcción de pruebas referidas al criterio (Castejón, 1997; Castejón y colaboradores, 1999; Rivas, 1997; Rivas y colaboradores, 1995). Partiendo del universo de medida definido por el conjunto de contenidos incluidos en el material de estudio, se redactaron 20 ítemes pertenecientes a dos sectores del dominio, la parte conceptual y la parte procedimental del mismo. Estos 20 ítemes se seleccionaron por 3 personas, presuntamente expertas, miembros del equipo investigador del proyecto en el que se inscribe este trabajo. El nivel de dificultad teórico de los ítemes se consideró básico, aunque varió ligeramente de uno a otro, con el objetivo de determinar la posición de cada individuo con respecto al dominio definido (Popham, 1978; p. 134; Rivas, y colaboradores, 1986). El formato de los ítemes consistió en 20 enunciados con 4 alternativas de respuesta, a los que los participantes tenían que responder con la alternativa correcta. La puntuación total en la prueba se estableció mediante la conocida

fórmula P = A-E/(n-1), con la que se penalizan los errores cometidos en las respuestas. Las puntuaciones de cada individuo se obtuvieron mediante un programa de ordenador construido al efecto utilizando el programa SPSS; para ello se registraron las respuestas según el siguiente código, respuesta correcta = 1, error = 0, sin contestar = 2. Las puntuaciones finales se convirtieron a una escala que varía de 0 a 10. En el anexo 1-d se ofrece la prueba completa.

Por otro lado, la evaluación de los aprendizajes de cada participante en el trabajo perteneciente al grupo con horario de tarde, se realizó mediante una combinación de métodos, consistentes en una prueba escrita de desarrollo destinada a evaluar tanto los aspectos conceptuales como los procedimentales y un trabajo de aplicación práctica de los aspectos trabajados en clase. Las puntuaciones finales también se expresaron en una escala de 0 a 10 puntos.

8.2.3. Procedimiento.

El procedimiento general de actuación se desarrolló en diferentes fases y abarca distintos aspectos. Todas las fases se llevaron a cabo en el horario habitual de la asignatura como parte de las clases prácticas de la misma, en la que los participantes recibían información sobre la prueba que se les aplicaba y, en algunos casos, sobre los

resultados que obtenían en ella, facilitándoles la corrección mediante una plantilla elaborada al efecto.

En una primera fase, se procedió a la aplicación de la prueba de evaluación de las habilidades intelectuales, el STAT, y la prueba de motivación general, una vez que se dio a los participantes una explicación general del procedimiento a seguir y de los fines de la investigación, sin explicitar, los objetivos y las hipótesis específicas de la misma. El STAT se aplicó durante una sesión aproximada de una hora, aunque los participantes en ella podían disponer de mayor tiempo, ya que se trata de una prueba de potencia. Todos los participantes recibieron instrucciones orales y por escrito sobre la realización de la misma. La prueba de motivación, MAE, se aplicó en una segunda sesión, en la que primero se daban las instrucciones de realización y tras la cumplimentación de la prueba se ofrecían a los participantes las claves de corrección para que cada uno de ellos conociese los resultados obtenidos. La aplicación de ambas pruebas tuvo lugar antes del desarrollo de la fase instruccional, a finales del mes de octubre.

En la segunda fase, se desarrolló el programa instruccional. En primer lugar, y previo al inicio de las explicaciones del profesor, se aplicó la tarea de evaluación de conceptos, en la que se indicó a los participantes que pusieran en relación unos conceptos con otros según el grado de semejanza o desemejanza que hubiera entre ellos; para lo cual debían tener en cuenta el conjunto total de conceptos a evaluar. A continuación, y durante el desarrollo del cuatrimestre, se llevó a cabo la presentación por parte del profesor del material a aprender. La estrategia instruccional seguida es una mezcla de explicación del profesor, discusión en clase y trabajo independiente de aprendizaje. Cada sesión comenzó con la explicación del profesor, que iba destinada tanto a ofrecer una visión general del tema, como a facilitar la

comprensión de conceptos concretos y su aplicación a la práctica. A continuación, se comentaba y se discutía sobre diversos aspectos de los contenidos presentados, procurando que participaran todos los miembros del grupo clase. Finalmente, se recordó a los alumnos la disponibilidad del profesor en horas de tutoría para aclarar cualquier duda al respecto.

En el tiempo que se desarrolló el proceso instruccional, y una vez que se hubo completado el 50% del mismo, se aplicó la prueba de evaluación de las estrategias de estudio y aprendizaje, el Cuestionario de Procesos de Estudio, CPE, con la finalidad de tener una medida, obtenida mediante inventario, de los procesos de estudio y las estrategias de aprendizaje seguidas normalmente por los alumnos.

Coincidiendo con la finalización de la fase instruccional, se aplicó el cuestionario sobre estilos de enseñanza-aprendizaje, ESTIEA, en el que los alumnos tenían que expresar sus preferencias por distintos estilos y procedimientos generales de enseñanza seguidos por los profesores.

Al finalizar la fase instruccional, los participantes en el estudio tuvieron que volver a cumplimentar de nuevo la tarea de evaluación de conceptos, en fase postest, en la misma sesión en la que se realizó la prueba de evaluación de conocimientos, y una vez finalizada la misma. La evaluación final de los aprendizajes adquiridos se realizó en la sesión siguiente a la finalización de la fase instruccional, mediante la prueba de conocimientos.

8.2.4. Diseño y análisis de datos.

Los objetivos propuestos y las hipótesis formuladas, así como el procedimiento seguido, requieren principalmente el empleo de una metodología de análisis correlacional y en algunos casos de análisis de las diferencias entre grupos.

El examen de la primera hipótesis se realiza por diversos procedimientos, según el tipo de constructo evaluado. Así, la construcción de escalas hace uso del análisis factorial exploratorio y de los procedimientos para establecer la fiabilidad de consistencia interna; la validez del constructo "organización conceptual" se establece mediante la comprobación de las diferencia pre-y postinstrucción con la prueba "t" de diferencia de medias para grupos dependientes o correlacionados y el establecimiento de la correlación lineal entre las puntuaciones indicativas de la organización conceptual, antes y después de la instrucción y los resultados de aprendizaje. Las hipótesis propiamente correlacionales, -2,3,6,7y 8- se examinan mediante técnicas de análisis correlacionales y de regresión múltiple, haciendo uso del método de regresión "paso a paso". Este procedimiento incluye el examen de los supuestos en los que se basan las técnicas de regresión.

La hipótesis 4 requiere un tipo de análisis diferencial, que se lleva a cabo mediante la técnica de análisis factorial de varianza, con las variables nivel intelectual y nivel de conocimientos, con dos niveles cada una, como factores entre-individuos; tomando como variable dependiente los resultados de aprendizaje y considerando la interacción como efecto clave a examinar.

La hipótesis relativa al análisis del cambio conceptual –hipótesis 5- se pone a prueba mediante la contrastación del cambio existente antes y después de la instrucción, utilizando la prueba “t” de diferencia de medias para grupos dependientes; así como mediante el análisis cualitativo de los cambios observados en la estructura conceptual de los alumnos.

Finalmente, la hipótesis relativa a la estructura de relaciones causales entre variables –hipótesis 9-, se pone a prueba empleando la técnica de ecuaciones estructurales, incluida en el procedimiento más general del análisis de estructuras de covarianza.

En el análisis de datos se emplean diversos programas estadísticos, como son el EQS- Versión 4.02, (Bentler, 1993) para los análisis estructurales; el n-Query para la determinación del número mínimo de individuos necesario y el tamaño del efecto, (Elashoff, 1999) y el SPSS-Versiones 5 y 10, para el resto de los análisis.

8.3. Resultados.

Los resultados se presentan agrupados en distintos bloques, según el tipo de análisis realizado con los datos y las hipótesis que pusimos a prueba. Así, en un primer apartado se incluyen los resultados relativos a la elaboración de pruebas y a la validación del procedimiento de análisis de las estructuras conceptuales. En el segundo apartado se ofrece una aproximación al estudio del cambio conceptual, con el análisis de algunos

ejemplos significativos del cambio producido en las estructuras conceptuales. En el tercer apartado se ofrecen los análisis descriptivos y correlacionales. A continuación, en el cuarto apartado se presentan los resultados obtenidos con métodos de regresión múltiple, así como el examen de los supuestos de la regresión. En el quinto, se ofrecen los resultados de los análisis de interacción entre los niveles de organización del conocimiento y el nivel intelectual, empleando el análisis factorial de la varianza. Y, finalmente, en el sexto apartado se incluyen los resultados de los análisis realizados según el modelo de ecuaciones estructurales.

8.3.1. Resultados relativos a la elaboración y validación de nuevas pruebas y procedimientos.

En este apartado se presentan los resultados relativos a la fiabilidad y validez de las pruebas elaboradas durante el curso de esta investigación, como es el cuestionario sobre preferencias de estilos de enseñanza-aprendizaje; así como la validación del procedimiento de evaluación de estructuras conceptuales empleado.

8.3.1.1. Resultados relativos a la fiabilidad y validez del "Cuestionario sobre preferencias por estilos de enseñanza-aprendizaje" (ESTIEA).

A continuación, se ofrecen los resultados del análisis factorial realizado sobre las respuestas de los alumnos al "Cuestionario sobre preferencias de estilos de enseñanza-aprendizaje", que se obtienen en una muestra de estudiantes compuesta por los alumnos de los dos grupos que participan en nuestra investigación, formados ambos por estudiantes matriculados en cuarto curso de psicopedagogía. Los resultados completos se encuentran en el anexo 2-a.

Una vez sometida la matriz de corrrelaciones entre los 25 ítemes del cuestionario a análisis factorial con el método de componentes principales, se observa la existencia de 2 factores; el primero explica casi el ochenta por ciento (78.1%) de la varianza, y presenta unas altas saturaciones factoriales de cada ítem con el factor; mientras que el segundo factor explica tan solo el 9.2% de la varianza, como aparece en la tabla 6.

Como se mencionó en el apartado de instrumentos, el cuestionario de estilos de enseñanza-aprendizaje se elaboró partiendo de una agrupación racional de los ítemes en 5 categorías: trabajo independiente, discusión en grupo, explicación del profesor, trabajo cooperativo y práctica. Sin embargo, los resultados del análisis factorial ponen de manifiesto la existencia de una agrupación de los ítemes muy distinta a la esperada. Los resultados empíricos señalan la existencia de 1 factor que explica la mayor parte de la varianza, y de otro factor que

recoge sólo 3 ítemes, 2 de los cuales (el 2 y el 4) saturan con mayor fuerza en el primer factor y únicamente 1 ítem (el 21), satura con mayor fuerza en el segundo factor, por lo que decidimos eliminar esos 3 ítemes que saturaban en ambos factores, resultando una escala reducida compuesta por 22 ítemes.

Tabla 6.

Matriz factorial en la que aparecen las saturaciones factoriales de cada ítem en los dos factores extraídos en el análisis.

Item	Factor 1	Factor 2	Item	Factor 1	Factor 2
V1	.92618		V14	.82779	
V2	.82668	.54812	V15	.74222	
V3	.92024		V16	.91619	
V4	.80232	.53729	V17	.86425	
V5	.74222		V18	.81611	
V6	.92288		V19	.89243	
V7	.89197		V20	.96997	
V8	.82674		V21	.64824	.75587
V9	.97511		V22	.94832	
V10	.76888		V23	.95118	
V11	.92351		V24	.93638	
V12	.82668		V25	.90406	
V13	.96251				

Estos resultados indican que los alumnos no muestran unas preferencias claras por unos estilos de enseñanza, ni consideran en general que unos métodos de enseñanza sean mejores que otros, sino más bien que muestran sus preferencias por una combinación o mezcla de estos estilos y métodos.

El siguiente paso es establecer la fiabilidad de la escala. Para ello se calcula el coeficiente de consistencia interna α de Cronbach para los

25 elementos que componen la escala, resultando de .9866, como se aprecia en la tabla 7.

Como hemos comentado, proponemos una escala reducida, resultado de eliminar los ítemes que saturaban en ambos factores, y al calcular el coeficiente de consistencia interna α de Cronbach para los 22 elementos que componen esta escala, obtenemos un valor de .9876, con lo que hemos conseguido mejorar la fiabilidad de la escala., -ver anexo 2-a-. Estos ítemes se emplean en todos los cálculos posteriores en los que se utiliza la escala, definiéndose una puntuación única sobre las preferencias por distintos estilos de enseñanza, como la suma de las respuestas dadas por los participantes en este estudio a cada uno de los ítemes. A esta variable la denominamos "ambiente global de aprendizaje".

Tabla 7.
Fiabilidad de consistencia interna de la escala de estilos de enseñanza-aprendizaje (ESTIEA)

Fiabilidad (α de Cronbach)	
Escala completa	Escala reducida
.9866	.9876

8.3.1.2. Resultados relativos a la validación del procedimiento de evaluación de estructuras conceptuales.

Como se mencionó en el aparado de "Instrumentos", la evaluación de las estructuras de conocimiento se realiza mediante el *Pathfinder*, un procedimiento relativamente nuevo, y muy utilizado para la medida de la organización del conocimiento, desarrollado por Schvaneveldt (1990), que calcula principalmente 2 índices sobre la estructura conceptual y organización conceptual, la medida de coherencia (COH) y la de similitud (SIM) conceptual con el experto, en dos ocasiones distintas, antes y después de la tarea de aprendizaje.

Se emplearon dos acercamientos distintos a la validación de estas medidas; el cálculo de la diferencia entre los valores de cada uno de los índices antes y después del proceso de enseñanza-aprendizaje, por una parte. Y por otra, la correlación entre los índices, y de éstos con el rendimiento final obtenido en la prueba de conocimientos, antes y después del aprendizaje.

En la tabla 8, podemos ver los estadísticos descriptivos y los resultados de la prueba t de diferencia de medias para grupos dependientes o correlacionados, para cada una de las medidas de coherencia y similitud, antes y después del proceso de enseñanza-aprendizaje.

Tabla 8.

Estadísticos descriptivos y resultados de la prueba t, relativos a las medidas de coherencia y similitud, antes y después del proceso de enseñanza-aprendizaje.

COHERENCIA					SIMILITUD				
t	p	Media antes	Media después	n	t	P	Media antes	Media después	n
2.58	.01	.49	.42	110	-6.71	.000	.23	.29	110

Como podemos ver, la medida de coherencia de la estructura conceptual cambia ligeramente desde el inicio al final de la instrucción. Este cambio, que llega a ser estadísticamente significativo, va en el sentido contrario al esperado, ya que el valor del índice de coherencia disminuye ligeramente desde el inicio al final de la instrucción, siendo esperable que experimentase un aumento conforme mejora la organización del conocimiento adquirido. En la explicación de este hecho, hay que tener en cuenta que el índice de coherencia es una medida cuantitativa del grado de consistencia con que se evalúa la relación entre conceptos, más que del grado de adecuación de las relaciones establecidas entre estos conceptos. El valor medio del índice de coherencia antes de comenzar la instrucción es considerablemente más alto de lo esperado, .49, lo que indica que los participantes en el estudio imponen, incluso antes de comenzar la instrucción, un elevado grado de coherencia a las relaciones entre conceptos; sin embargo falta por ver si esta coherencia es la adecuada o no. El análisis de las relaciones entre el índice de coherencia antes y después de la instrucción con otros índices y con el criterio puede aclarar, al menos en parte, los resultados encontrados.

En cuanto al índice de similitud de la estructura conceptual de cada uno de los participantes con el profesor (experto), los resultados ponen de manifiesto que se produce un cambio altamente significativo ($t_{(109)}$ = -6.71, p = .000) desde el inicio al final de la instrucción, hacia valores más altos.

Los resultados del análisis de correlación lineal entre los índices de coherencia y similitud, estimados antes y después del proceso de enseñanza-aprendizaje, así como la relación de estos índices con el criterio de rendimiento, se ofrecen en la tabla 9.

Como podemos observar, el índice de coherencia antes de la instrucción (COHER1) muestra relaciones bajas con el índice de similitud, tanto antes como después de la instrucción, con el criterio de rendimiento (NOTATOT), y con el propio índice de coherencia después de la instrucción (COHER2). Sin embargo, el índice de coherencia estimado después de la instrucción muestra relaciones significativas con la nota obtenida al final del proceso de enseñanza-aprendizaje (r = .2916). Estos resultados vienen a apoyar la idea de que una mayor coherencia no es garantía de una organización más adecuada de las estructuras conceptuales, y que por tanto, el índice de coherencia aunque indicativo de una mayor organización no garantiza que esta organización sea la más adecuada. En nuestros datos, un índice de coherencia ligeramente menor, obtenido después del proceso de enseñanza-aprendizaje está más relacionado con el resultado final de aprendizaje y con la similitud entre las estructuras conceptuales del experto y de cada uno de los estudiantes, que un índice mayor obtenido antes de la instrucción. Se puede ser coherente en el establecimiento de las relaciones entre conceptos, lo cual indica, a lo sumo, que se está realizando la tarea de forma fiable, pero esto no indica que se establezcan las relaciones adecuadas o al menos aquellas relaciones que son similares a las del

experto, y que son además las que muestran mayores relaciones con el criterio del rendimiento al final del proceso instruccional.

No obstante, observamos que el índice de coherencia obtenido al final del proceso de enseñanza-aprendizaje, sigue estando relacionado tanto con otros índices de la estructura conceptual, como el índice de similitud entre el profesor y los estudiantes, y el criterio de rendimiento académico puesto de manifiesto en la calificación obtenida en la prueba de conocimientos (r= .2916). Por ello, aunque este índice no se comporta de acuerdo con lo esperado en todas las situaciones examinadas, debe de seguir considerándose un índice más de la estructura conceptual, una vez que los resultados obtenidos en este trabajo sustentan la validez al menos parcial del mismo.

Tabla 9.

Coeficientes de correlación entre los índices de organización conceptual estimados antes y después de la instrucción y con el rendimiento académico.

	COHER1	COHER2	SIM1	SIM2	NOTATOT
COHER1	1.0000				
COHER2	.0760	1.0000			
SIM1	.2135	.2520*	1.0000		
SIM2	.0058	.3170**	.2948**	1.0000	
NOTATOT	.0823	.2916*	.0806	.3457**	1.0000

N = 109; * = signif .01 ** = signif .001.

Respecto al índice de similitud entre la estructura conceptual del experto –profesor en este caso- y la de los estudiantes, todos los resultados obtenidos están de acuerdo a lo esperado. Además de

comprobarse un cambio hacia una mayor similitud desde el inicio al final de la instrucción, muestra correlaciones significativas con el índice de coherencia al final de la instrucción (r = .3170) y con la calificación final en la prueba de conocimientos (r = .3457).

Otro resultado significativo, que podemos observar en estos resultados, es el hecho de que no se produzca correlación entre los índices estimados antes de la instrucción y los resultados de aprendizaje obtenidos al final del proceso instruccional. Si consideramos el valor de los índices de coherencia y similitud, estimados antes de la instrucción, como indicadores de las estructuras conceptuales previas con las que llega el estudiante a la situación de aprendizaje, podríamos esperar cierto grado de relación entre estas estructuras y el resultado final de aprendizaje, ya que como sabemos, el conocimiento previo es uno de los mejores indicadores de los aprendizajes posteriores. Sin embargo, nuestros resultados no evidencian relación entre las estructuras conceptuales previas a la instrucción y los resultados de la misma. Sin embargo, sí que hallamos una correlación significativa entre la similitud antes y después de la instrucción (r=.2948). Ello puede deberse a dos causas; una, que estos índices no sean adecuados para aprehender las estructuras conceptuales previas, otra, que no se produzca realmente tal relación en nuestro estudio.

Los resultados obtenidos, tomados en conjunto, parecen apoyar en mayor medida la segunda hipótesis, una vez que ambos índices se muestran muy sensibles a la instrucción. La tarea de aprendizaje empleada en nuestro estudio o la muestra de participantes en el mismo, pueden haber hecho que no se produzca relación entre las estructuras previas y los resultados de la instrucción. Como hemos señalado anteriormente, el índice de coherencia obtenido antes de la instrucción parece indicar el esfuerzo de los estudiantes por organizar de forma coherente los conceptos que se les presentan, aunque la

estructura cualitativa resultante no sea la adecuada. Algo similar ocurre con el índice de similitud antes de la instrucción, que no muestra relación con los resultados de aprendizaje obtenidos, pero sí con la similitud alcanzada después de la instrucción.

Los participantes en nuestro trabajo poseen conocimientos previos sobre el tema objeto de aprendizaje, ya que han cursado este tema como parte de una asignatura de primero del Plan de Estudios de Magisterio, pero no es previsible que posean los conocimientos precisos necesarios, antes de comenzar la instrucción, para que estos conocimientos se reflejen en estructuras conceptuales claramente diferenciadas y que puedan relacionarse de modo significativo con los resultados de aprendizaje.

A la vista de los resultados obtenidos, decidimos tomar como índices de organización estructural las medidas obtenidas al final de la instrucción, mejor que el incremento que se obtiene en estos índices desde el inicio al final de la misma. No obstante, cuando se calcula la correlación entre el incremento en los índices de coherencia y similitud desde el inicio al final de la instrucción con las calificaciones en la prueba de rendimiento, se obtienen coeficientes de correlación que son bastante significativos en el caso de la diferencia en similitud ($r_{(109)}$ = .2755, p = .01) y menos en el caso de las diferencias en coherencia ($r_{(63)}$ = .1384).

Como el sistema de evaluación y los conceptos de las estructuras conceptuales presentan ligeras diferencias entre los grupos de mañana y tarde, decidimos analizar por separado las correlaciones entre los índices de organización conceptual estimados antes y después de la instrucción y con el rendimiento académico en los dos grupos, para comprobar si existían diferencias.

En las tablas 10 y 11, se muestran los resultados del análisis de correlación lineal entra los índices de coherencia y similitud, estimados antes y después del proceso de enseñanza-aprendizaje, así como la relación de estos índices con el criterio de rendimiento, considerando por separado al grupo de mañana y al grupo de tarde.

Como podemos observar en la tabla 10, los resultados del grupo de mañana son similares a los obtenidos considerando a toda la muestra, no hallándose relación entre las dos medidas de la coherencia, ni entre la coherencia medida antes y los resultados de aprendizaje.

Sí que aparecen correlaciones significativas entre las medidas de coherencia y similitud tomadas después de la instrucción (r= .2862; p= .01), y entre la coherencia y el resultado de aprendizaje (r= .3460).

Tabla 10.

Coeficientes de correlación entre los índices de organización conceptual estimados antes y después de la instrucción y con el rendimiento académico, en el grupo de mañana.

	COHER1	COHER2	SIM1	SIM2	NOTATOT
COHER1	1.0000				
COHER2	.0476	1.0000			
SIM1	.3084*	.1395	1.0000		
SIM2	-.0421	.2862*	.1593	1.0000	
NOTATOT	-.0126	.3460*	-.0191	.2971*	1.0000

N = 66; * = signif .01 ** = signif .001.

En este caso, al contrario que ocurre con los resultados de la muestra completa, sí aparece una correlación significativa entre las medidas de coherencia y similitud tomadas antes de la instrucción (r= .3884); pero al igual que con la muestra completa, en este caso tampoco aparece

relación entre las medidas de coherencia y similitud tomadas antes y después de la instrucción.

En cuanto a los resultados que se desprenden del análisis de los datos del grupo de tarde, como podemos ver en la tabla 11, a diferencia del grupo de mañana, no aparece relación entre las medidas de coherencia y similitud conceptual antes de la instrucción.

Tampoco aparece relación entre las dos medidas de la coherencia, ni entre la coherencia antes de la instrucción y los resultados de aprendizaje. Sí que aparece una relación entre las dos medidas de la similitud (r= .4184).

Tabla 11.
Coeficientes de correlación entre los índices de organización conceptual estimados antes y después de la instrucción y con el rendimiento académico, en el grupo de tarde.

	COHER1	COHER2	SIM1	SIM2	NOTATOT
COHER1	1.0000				
COHER2	.0836	1.0000			
SIM1	.0309	.4235*	1.0000		
SIM2	-.1310	.3523	.4184*	1.0000	
NOTATOT	.2163	.2263	.2610	.5953**	1.0000

N = 43; * = signif .01 ** = signif .001.

En ambos casos, tanto en el grupo de la mañana como en el grupo de la tarde, no se encuentran relaciones entre la medida inicial de la similitud conceptual y los resultados de aprendizaje, pero sí que aparecen relaciones entre la similitud después de la instrucción y los

resultados de aprendizaje, siendo en el grupo de tarde algo mayor (r= .5953; p= .001) y más significativa que en el grupo de mañana (r= .2971; p .01).

Como ya hemos mencionado, los resultados bien sea considerando la muestra total o los 2 grupos por separado, en términos generales siguen la misma línea. Correlacionando dentro de lo esperable, la similitud conceptual medida después de la instrucción con los resultados de aprendizaje, y no hallándose correlación entre la similitud antes de la instrucción y los resultados de aprendizaje, ni entre éstos y la coherencia medida antes de la instrucción.

Como punto de diferencia entre ambos grupos encontramos que la coherencia después de la instrucción en el grupo de mañana sí correlaciona de forma significativa con el rendimiento. Pero como ya hemos comentado con anterioridad, el índice de coherencia ha funcionado peor, en nuestro estudio, que el índice de similitud.

De todos modos, podemos concluir como relevante en nuestro caso, que aún habiendo aplicado diferentes sistemas de evaluación de los resultados de aprendizaje, y existiendo pequeñas diferencias en los conceptos a relacionar entre ambos grupos, los resultados obtenidos en ambos casos son muy similares, por lo que consideramos adecuado tomar los índices de coherencia y similitud resultantes del análisis de la muestra total.

8.3.2. Cambio de las estructuras conceptuales: Aproximación al estudio del cambio conceptual. Algunos ejemplos significativos.

En este apartado analizaremos unos ejemplos significativos en los que se pone de manifiesto el cambio cualitativo de las estructuras conceptuales de los estudiantes una vez completado el proceso instruccional.

En el informe del National Research Council de EEUU (Bransford, Brown, Cocking, Donovan y Pellegrino, 2000) se señala la necesidad de tomar en consideración el conocimiento previo de los estudiantes para abordar el diseño del aprendizaje de nuevos conocimientos. En el mismo informe también se aborda la diferencia entre expertos y noveles, fundamentalmente en cuanto a las diferencias en cantidad y organización del conocimiento.

En el presente estudio, y con el objeto de comparar las estructuras conceptuales de noveles y expertos, así como los cambios en las estructuras conceptuales de los estudiantes tras verse implicados en un proceso instruccional, hemos empleado las redes asociativas establecidas mediante *Pathfinder*. Se trata de una técnica de análisis cuantitativo, incluida bajo la denominación de métodos indirectos, como se ha señalado en el apartado anterior.

Mediante el procedimiento *Pathfinder* (Schvaneveldt, 1990), lo que buscamos es representar las relaciones entre un conjunto de conceptos, obteniendo una red gráfica formada por nodos conceptuales unidos entre sí. Esto nos permite evaluar el grado de estructura y organización

conceptual presentes en un determinado conjunto de conceptos, dentro de un dominio dado.

El *Pathfinder*, a partir de las estimaciones de proximidad, une directamente los conceptos que tienen alto grado de similitud y mantiene separados los conceptos con baja similitud. Los parámetros con los que trabaja *Pathfinder*, así como la posibilidad de reducción de datos, aparecen detallados en el capítulo 3 de este trabajo.

Mediante el programa de ordenador KNOT (Knowledge Network Organizing Tool; Schvaneveldt, 1990) se puede establecer la estimación de las relaciones conceptuales y la representación gráfica de la misma.

El método de redes asociativas *Pathfinder*, tiene aplicaciones, por ejemplo, en el estudio sobre diferencias entre expertos y noveles, la predicción del rendimiento a partir de la similitud de las redes de profesores y estudiantes, y la evaluación de la organización del conocimiento de los estudiantes a lo largo de un curso de estudio.

La validez del procedimiento *Pathfinder* como medida de la organización de conocimientos está sustentada con estudios como los de Cooke, Durso y Schvaneveldt (1986) y Kraiger, Salas y Cannon-Bowers (1995) entre otros.

En nuestro estudio, partiendo de la valoración de los estudiantes de las relaciones existentes entre los 20 conceptos seleccionados como claves en el dominio de estudio y empleando el programa de ordenador PCKNOT (Knowledge Network Organizing Tool) para PC's, Versión 4.3,

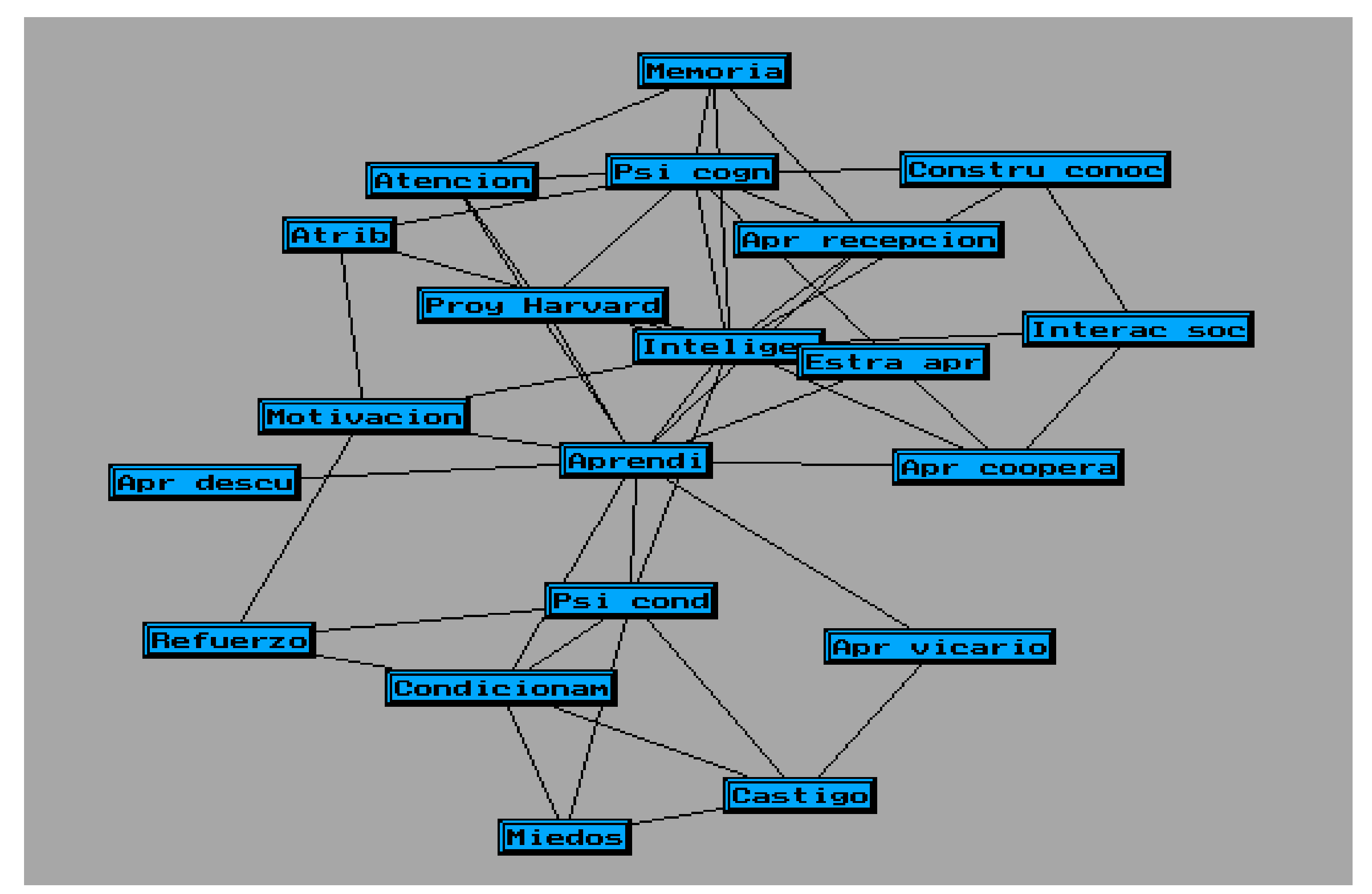


Figura 3. Estructura conceptual del experto del grupo de mañana.

publicado en 1999 por Interlink, Inc. (USA), obtenemos una representación gráfica de la estructura de conocimiento de cada estudiante, en la que se ven reflejados los 20 conceptos y las relaciones que el estudiante ha establecido entre ellos.

Hemos seleccionado para nuestro análisis dos ejemplos significativos, uno perteneciente al grupo que asiste con horario de mañana y otro del horario de tarde. Así como también recogemos las estructuras de referencia del experto empleadas para ambos grupos.

Se trata de analizar los cambios cualitativos producidos en las estructuras concepuales de los estudiantes tras verse implicados en un proceso instruccional, así como también comparamos las estructuras conceptuales de estos estudiantes con la estructura conceptual del experto.

En la figura 3, vemos la estructura conceptual proporcionada por los expertos para el grupo de mañana. Con esta estructura es con la que comparamos las estructuras conceptuales de los estudiantes del grupo que asiste al horario de mañana, en los dos momentos, antes y después de la instrucción.

Como podemos comprobar en el ejemplo seleccionado, la estructura conceptual del estudiante estimada antes de la instrucción presenta unos índices de coherencia y similitud muy bajos, la coherencia presenta un valor negativo de -0.005, y el índice de similitud tan solo alcanza el valor de 0.048.

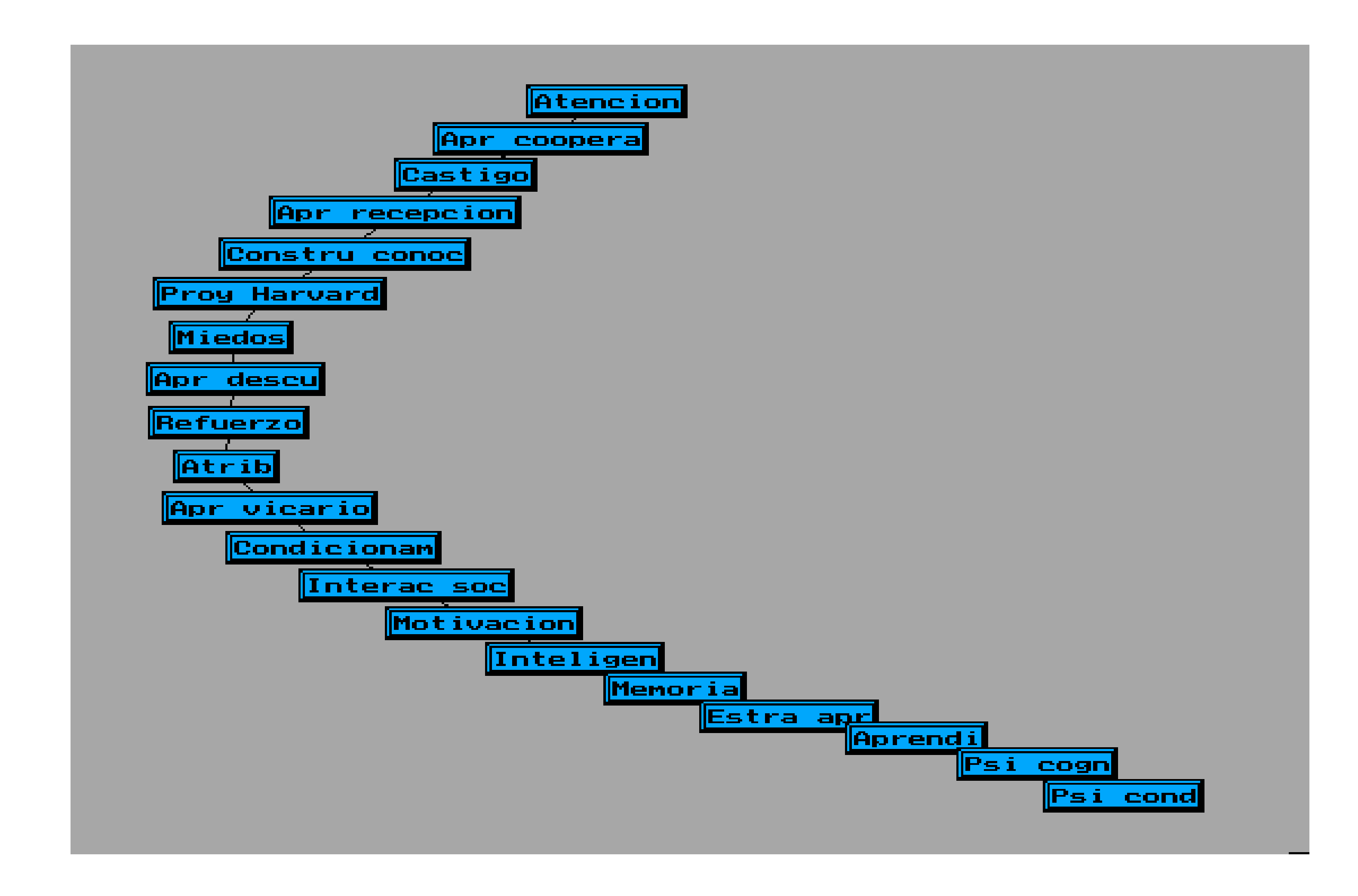


Figura 4. Estructura conceptual del estudiante del grupo de mañana antes de la instrucción

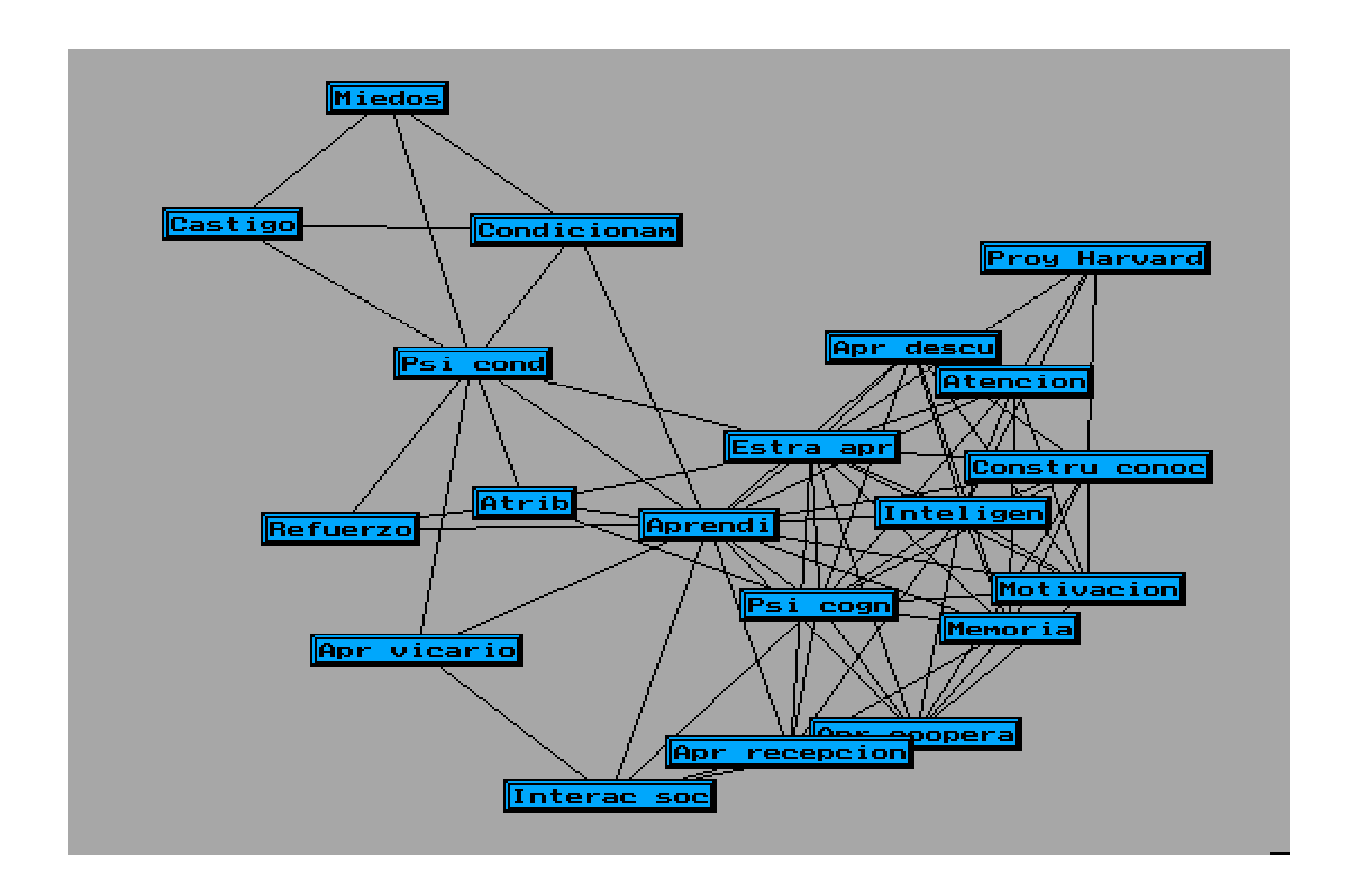


Figura 5. Estructura conceptual del estudiante del grupo de mañana de después de la instrucción

La coherencia refleja la consistencia de la estructura, y el índice de similitud entre dos redes conceptuales se establece mediante la correspondencia de los vínculos en las dos redes. La similitud se calcula teniendo en cuenta el número de vínculos que tienen en común las dos redes y dividiéndolo entre el número de vínculos que hay en cualquier red, de modo que la medida de similitud es la proporción de todos los vínculos existentes en cualquier red que están en las dos redes. De este modo, dos redes idénticas tendrán una similitud de 1, y dos redes que no comparten vínculos, una similitud de 0.

En este caso, como se refleja en la figura 4, vemos una estructura con muy poca relación entre los conceptos, es prácticamente una enumeración de los conceptos, mostrando una representación gráfica típica de una baja estructura y una baja organización conceptual.

Al comparar esta estructura con la del experto vemos la diferencia clara entre las dos organizaciones. Mientras que si comparamos la estructura conceptual estimada después de la instrucción con la del experto, podemos comprobar que estas diferencias son menores.

La estructura conceptual del alumno después de la instrucción presenta un índice de coherencia de 0.676, muy superior al anterior. También el índice de similitud presenta un incremento considerable, llegando a alcanzar en este caso el valor de 0.451.

La representación gráfica de esta estructura la podemos ver en la figura 5, comprobando el gran cambio producido después del proceso instruccional, apareciendo los conceptos con una mayor estructura y organización, aunque al compararla con la estructura del experto, podemos comprobar que en la estructura del estudiante aparecer un mayor número de relaciones entre conceptos.

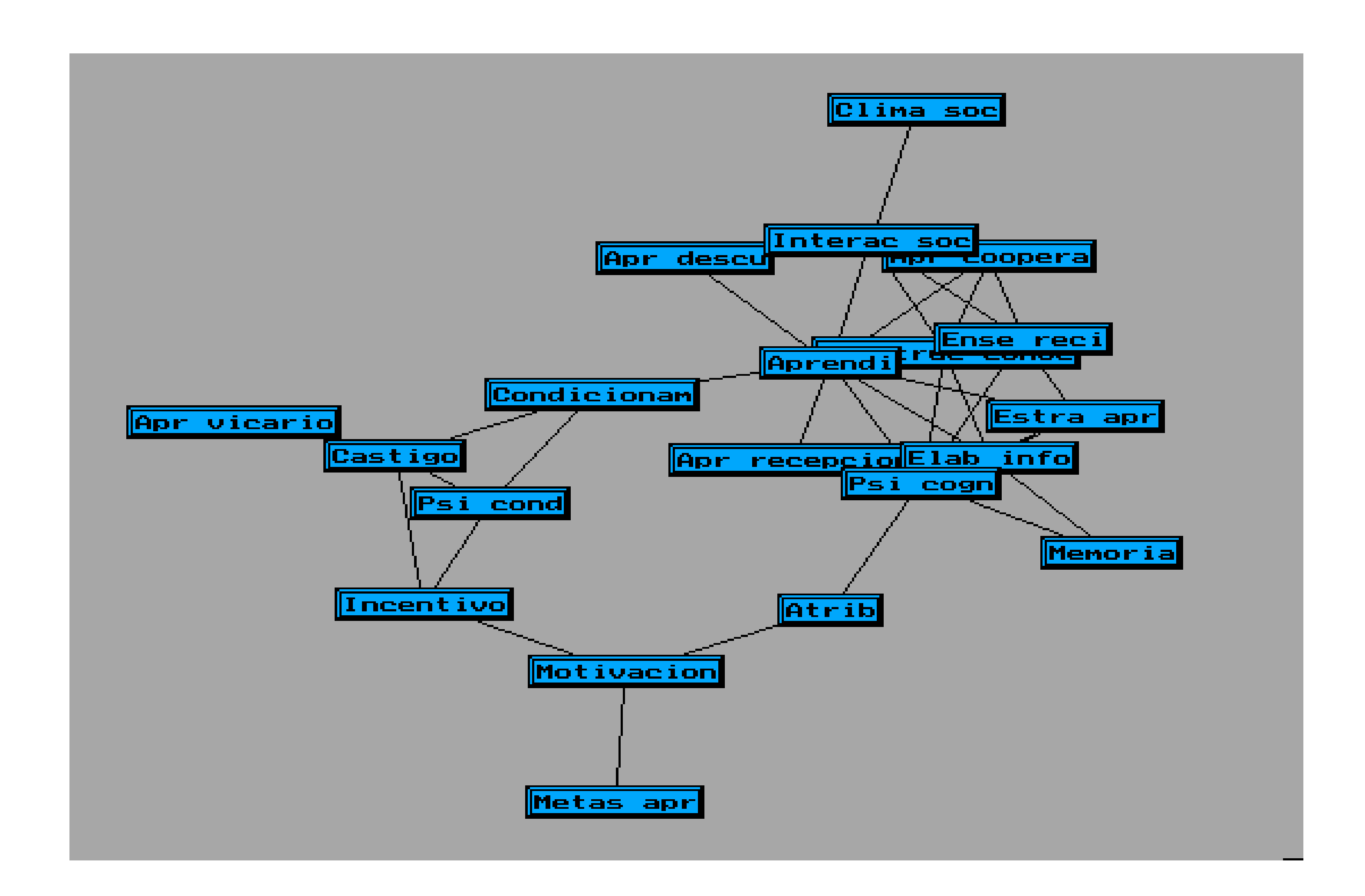


Figura 6. Estructura conceptual del experto del grupo de tarde.

Tanto en la estructura del experto como en la del estudiante, aparece el "aprendizaje" como concepto que establece un mayor número de relaciones con el resto de conceptos, aunque como ya hemos señalado, el estudiante establece un mayor número de relaciones entre este concepto y el resto de conceptos, que el experto.

También hemos seleccionado un ejemplo significativo del grupo de la tarde. En la figura 4, vemos la representación gráfica de la estructura conceptual del experto con los conceptos evaluados en el grupo de la tarde, que empleamos como estructura de referencia para comparar con las estructuras conceptuales de los estudiantes de este grupo.

En la figura 7, aparece representada la estructura conceptual del alumno antes del proceso instruccional. El índice de coherencia de esta estructura es de 0.435 y el de similitud de 0.158, en esta estructura hay muchas relaciones, apareciendo algunos conceptos como centrales y encontrándose relacionados con la mayoría de conceptos.

A pesar de no contar con un índice de coherencia excesivamente bajo, esta estructura no presenta una similitud elevada con la del experto, lo que puede ser debido a que, como ya hemos comentado en apartados anteriores, el estudiante se esfuerce por dar coherencia a sus conocimientos, pero ello no implica que la estructura creada sea la más adecuada.

Este aspecto mejora después del proceso instruccional, ya que la estructura estimada en este segundo momento, reflejada en la figura 8, tiene un índice de coherencia mayor (0.527) y también mejora la similitud con el experto (0.358). Podemos ver que en esta estructura el número de relaciones representadas es menor, pero tiene una mayor similitud con la estructura de referencia.

En el grupo de la tarde, en la estructura del experto también encontramos, como en el caso del grupo de la mañana, que el concepto que establece un mayor número de relaciones con el resto es el "aprendizaje".

Otro hecho que también coincide con el ejemplo analizado del grupo de mañana, es que el estudiante propone un mayor número de relaciones entre conceptos que el experto, en este caso, tanto antes como después de la instrucción.

En las estructuras conceptuales del estudiante, no aparece el "aprendizaje" como concepto que establece el mayor número de relaciones con el resto de conceptos. En la estructura del estudiante antes de la instrucción (figura 7), aparecen dos conceptos centrales, que establecen relaciones con todos los demás conceptos, el "aprendizaje vicario" y la "atribución", mientras que en la estructura del estudiante después de la instrucción (figura 8) ya no aparecen esos conceptos centrales, y es la "psicología cognitiva" el concepto que establece un mayor número de relaciones con el resto de conceptos.

Nuestros resultados están en la línea de los obtenidos en otros estudios sobre la evaluación de la organización del conocimiento de los estudiantes durante el desarrollo de un proceso instruccional como los de Acton, Johnson y Goldsmith (1994); Gómez, Hadfield y Housner (1996); Ruiz, Algarabel, Dasí y Pitarque (1998); Jeffrey (1999).

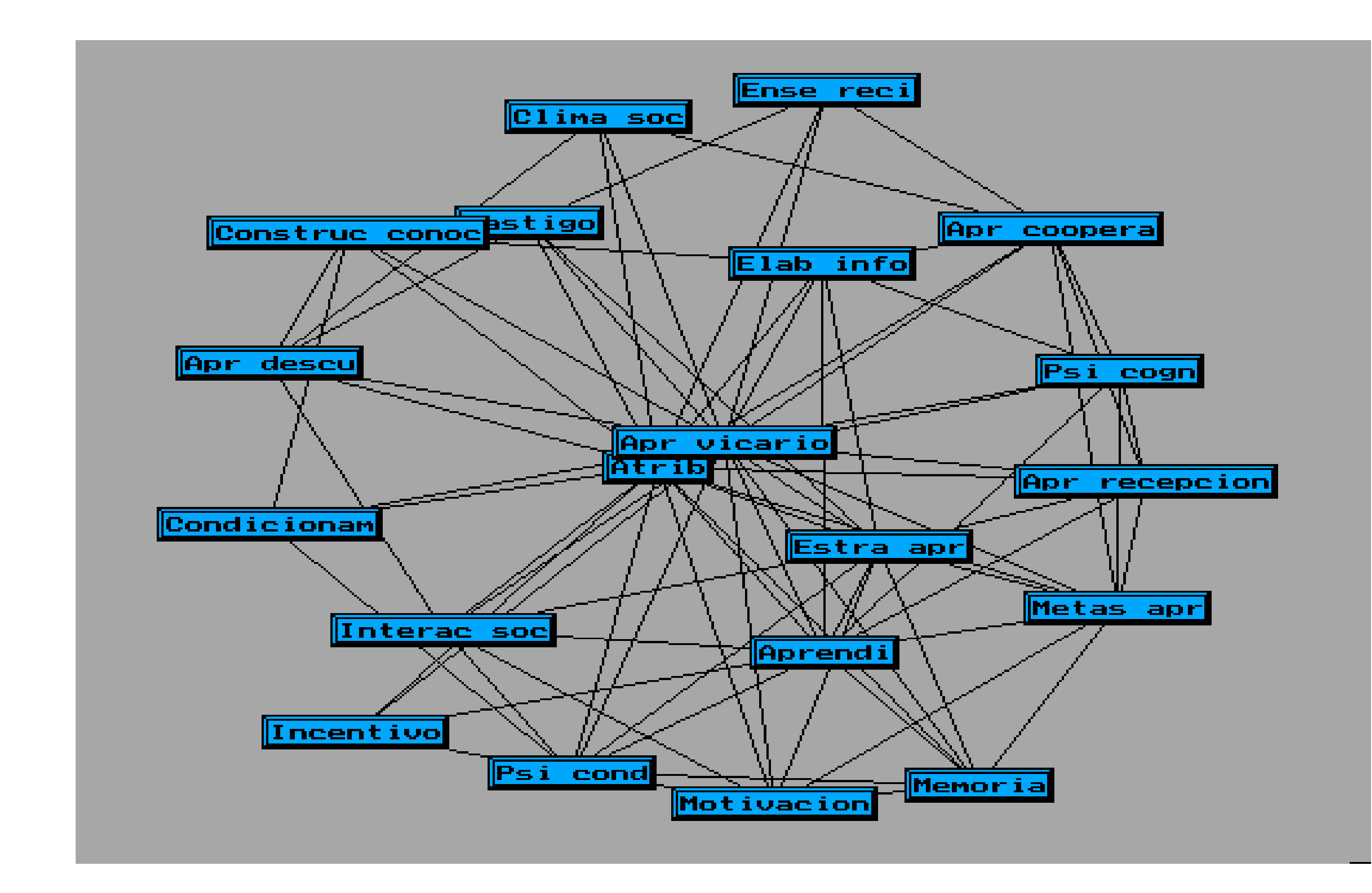


Figura 7. Estructura conceptual del estudiante del grupo de tarde antes de la instrucción

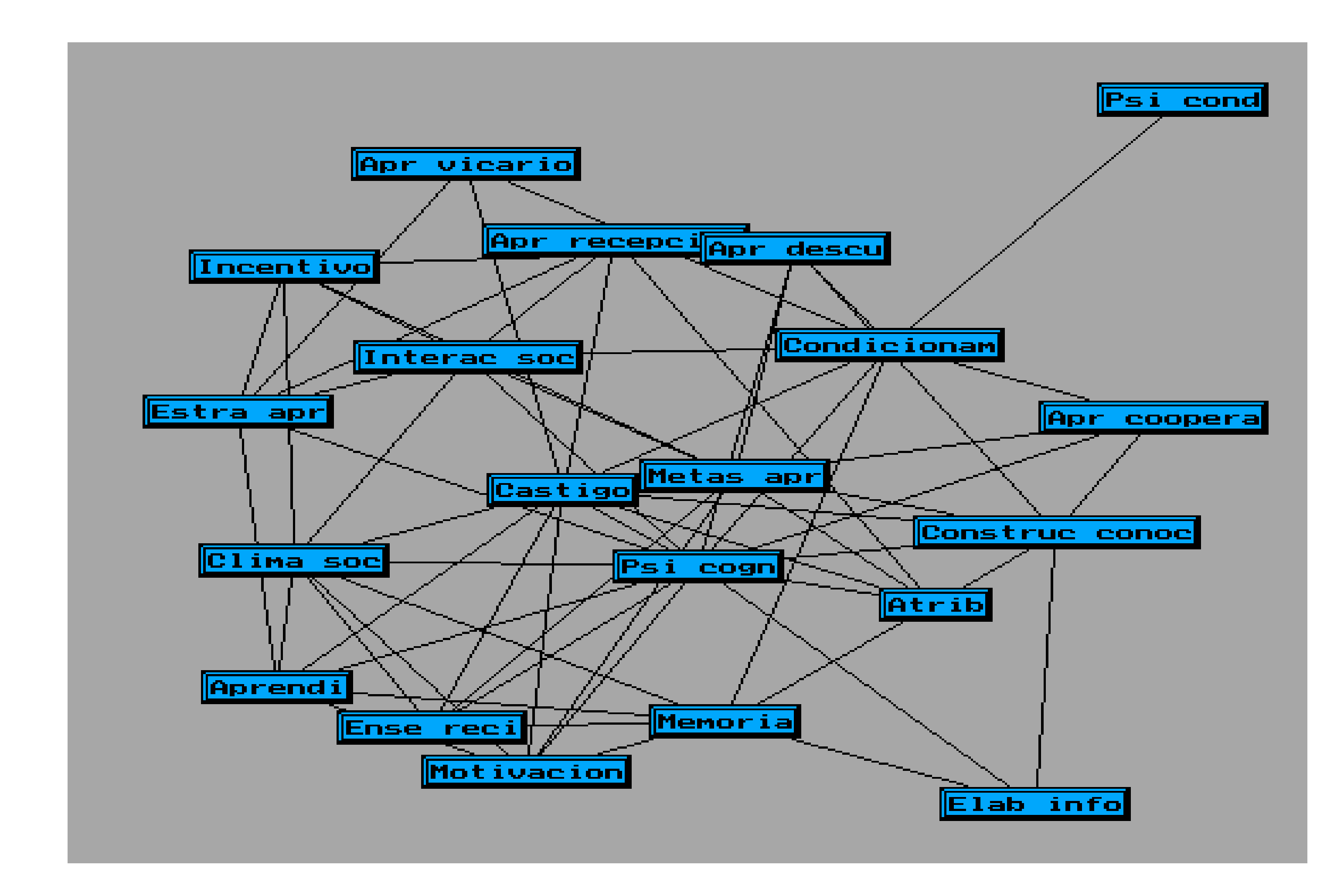


Figura 8. Estructura conceptual del estudiante del grupo de tarde después de la instrucción.

Los resultados de nuestro estudio muestran que se produce un cambio desde el inicio al final del proceso instruccional en el sentido de una

mayor similitud entre la estructura conceptual de los estudiantes y la estructura conceptual del profesor, así como también ponen de manifiesto la capacidad de las redes de capturar el carácter configuracional de las relaciones entre conceptos, como también señalan otros trabajos como los de Gillan y Schvaneveldt (1999) y Vinogradov y Kirkland (2003).

Esto tiene implicaciones teóricas a cerca del tipo de cambio conceptual que se produce durante el aprendizaje, como veremos posteriormente en la discusión de los resultados.



8.3.3. Análisis correlacional.

En este apartado se analizan los resultados de las correlaciones entre las 22 variables utilizadas. Los resultados de los coeficientes de correlación lineal de Pearson entre las variables se presentan en la tabla 12, junto con los estadísticos descriptivos, medias y desviaciones estándar, correspondientes a cada una de las variables.

En primer lugar, se observa que las tres medidas de la inteligencia muestran correlaciones moderadas (ya que en el mayor de los casos, la varianza común es del 36%) entre sí. El valor del coeficiente de

correlación entre la inteligencia analítica y la inteligencia práctica es de r=.47; la correlación entre la inteligencia analítica y la inteligencia creativa, de r=.54; y la correlación entre la inteligencia práctica y la inteligencia creativa es de r=.60, si bien todas las correlaciones son estadísticamente significativas debido al tamaño de la muestra.

De los tres aspectos de la inteligencia evaluados, la inteligencia analítica muestra una correlación negativa (r=-.30) con la similitud conceptual al final del aprendizaje; la inteligencia práctica muestra correlaciones significativas al nivel p=.001 con las variables preferencia estilos E/A (r=.35) y con la nota total (r=.31). Por su parte, la inteligencia creativa muestra correlaciones significativas con la nota total (r=.26).

Las variables relativas a las estrategias, motivos y acercamientos de aprendizaje mantienen muchas relaciones significativas entre sí. Así, el empleo de estrategias superficiales aparece correlacionado significativamente con el acercamiento superficial (r=.80) y con los motivos superficiales (r=.34), las estrategias profundas con el acercamiento profundo (r=.86) y los motivos profundos (r=.52) y las estrategias dirigidas hacia el logro con el acercamiento de logro (r=.74). Esto mismo ocurre entre los motivos y los acercamientos superficiales (r=.83), los motivos y acercamientos profundos (r=.89) y los motivos y acercamientos de logro (r=.79). Esto es esperable ya que los tres acercamientos se derivan de la combinación de las estrategias y los motivos correspondientes. De igual forma se producen algunas correlaciones significativas entre estrategias y motivos, como ocurre entre la estrategia superficial y el motivo de logro (r=.42) y la estrategia de logro y motivos profundos (r=.44)

Tabla 1. Matriz de correlaciones entre las variables.

	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10	V11	V12	V13	V14	V15	V16	V17	V18	V19	V20	V21	V22
V1	1.00																					
V2	.47**	1.00																				
V3	.54**	.60**	1.00																			
V4	.05	.01	.02	1.00																		
V5	-.02	.15	.12	.04	1.00																	
V6	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	1.00																



También aparecen algunas correlaciones significativas entre las nueve variables relativas a estrategias, motivos y acercamientos al aprendizaje y el resto de las variables. La estrategia superficial tiene una correlación significativa (r=.29) con la indiferencia laboral, un tipo de motivación negativa, una correlación negativa (r=-.34) con la autoexigencia laboral y una correlación positiva (r=.26) con la motivación positiva hacia la acción. La estrategia profunda presenta únicamente una correlación significativa con la autoexigencia laboral (r=.34), al igual que la estrategia de logro, que también presenta una correlación significativa (r=.33) con la autoexigencia laboral. En cuanto a los motivos,

únicamente el de logro muestra correlaciones positivas con la variable motivacional tendencia a la sobrecarga de trabajo (r=. 26) y con la motivación positiva hacia la acción (r=.46), lo cual está dentro de lo esperado. De los tres acercamientos al estudio y aprendizaje, el acercamiento de logro mantiene una correlación positiva con la variable motivacional tendencia a la sobrecarga de trabajo (r=.31) y con la motivación positiva hacia la acción (r=.29), mientras que el acercamiento superficial presenta una correlación significativa con la indeferencia laboral (r=.30), y el acercamiento profundo con la autoexigencia laboral (r=.27). Es importante destacar que todas estas correlaciones concuerdan con el marco teórico que define las características de cada una de las variables.

Llama la atención que ninguna de las seis variables estratégicas, evaluadas mediante inventario, muestren correlaciones con ninguno de los aspectos del rendimiento.

En cuanto a las variables motivacionales, se producen correlaciones significativas, entre la tendencia a la sobrecarga de trabajo y la motivación positiva hacia la acción (r=. 40) y la sobrecarga de trabajo y la autoexigencia laboral (r=.29). La indiferencia laboral también muestra una correlación significativa, pero en sentido negativo (r=-.42), con la autoexigencia laboral. La única variable motivacional que tiene relaciones significativas con las variables del rendimiento académico, es la autoexigencia laboral, que tiene una correlación positiva con el rendimiento final (r=.30).

La variable relativa a las preferencias manifestadas por los participantes, por los estilos de enseñanza seguidos por el profesor y por sus propios estilos de aprendizaje, tiene relaciones significativas con el rendimiento final alcanzado (r=.36).

Las variables que mantienen correlaciones significativas con las

medidas de rendimiento que definen los diferentes aspectos de la adquisición de conocimientos al final del proceso de enseñanza-aprendizaje, son la inteligencia práctica, la inteligencia creativa, las medidas de coherencia y similitud tomadas al final del proceso de aprendizaje, la variable motivacional de autoexigencia laboral, el uso de estrategias variadas y la preferencia por un ambiente global de aprendizaje.

No obstante, las correlaciones bivariadas entre el rendimiento y las variables enunciadas no son suficientes para establecer la utilidad de estas variables para predecir y/o explicar el rendimiento, ya que estas variables pueden ser redundantes entre sí. Con la técnica de regresión múltiple se puede establecer la contribución independiente de cada variable, a la predicción/explicación del criterio, una vez separada la parte de varianza común que tiene con otras variables predictoras. Es por ello que se llevan a cabo una serie de análisis de regresión múltiple entre el resto de las variables y las medidas de rendimiento, tomadas como criterio.

8.3.4. Análisis de regresión múltiple.

Para establecer el valor predictivo de las variables consideradas en el trabajo sobre el rendimiento, se llevan a cabo una serie de análisis de regresión múltiple, tomando como variables criterio los conocimientos adquiridos operativizados en la calificación final alcanzada.

Existen distintos tipos de análisis de regresión múltiple dependiendo de los métodos estadísticos de partición de la varianza del criterio empleados y de las asunciones teóricas que se realicen (Castejón, 1996; Castejón y Navas, 1992; Cohen y Cohen, 1983; Darlington, 1990). Uno de los procedimientos de análisis más empleados son el análisis de regresión múltiple "paso a paso" (stepwise) de selección de variables.

8.3.4.1. Análisis de regresión paso a paso (stepwise).

El empleo del análisis de regresión jerárquico es muy útil cuando se parte de un modelo teórico que nos indica el posible orden causal de influencia de las variables y por tanto el orden de entrada de las mismas a la ecuación de regresión. Sin embargo, su utilidad se ve limitada cuando las variables se encuentran correlacionadas o cuando se emplean varias variables dentro de un mismo bloque, cada una de las cuales tiene efectos distintos, facilitadores y/o supresores, sobre la

variable criterio. Para obviar estos problemas podemos utilizar distintos métodos, como el método "paso a paso" (stepwise) de selección de variables, dentro de un modelo predictivo. O el método de estructuras de covarianza elaborado dentro de un modelo causal, que está cercano al análisis jerárquico, pero supera las limitaciones de éste. El método de regresión paso a paso, tiene en cuenta la correlación entre las variables y es útil para seleccionar, a partir de un conjunto amplio, aquellas variables que hacen una contribución relativamente independiente a la predicción del criterio.

En la tabla 13, se presentan los resultados del método paso a paso, utilizado para la predicción del rendimiento final que obtienen los participantes.

La variable que hace una mayor contribución a la explicación de la varianza del criterio es la similitud conceptual (β= .28, p=.0014). También contribuyen a explicar de forma significativa la adquisición de conocimientos, la percepción que tienen los participantes del proceso de enseñanza-aprendizaje (β= .22, p=. 0186); la variable motivacional de autoexigencia laboral (β= .25, p=. 0046); y la inteligencia práctica (β= .21, p=. 0244).

Así pues, las variables que adquieren mayor relevancia predictiva están relacionadas con la organización del conocimiento, la percepción de un ambiente de aprendizaje variado y rico, la autoexigencia en el trabajo/estudio y, en menor, grado la inteligencia práctica.

Tabla 13.

Resultados del análisis de regresión realizado con el método paso a paso, tomando como criterio el conocimiento total adquirido.

$R= .56$;	$R^2 = .32$;	$F= 10.67$;	Sign. F= .0000.

Variables en la ecuación

Variable	B	β	T	Sign. T
5	4.90	.28	3.28	.0014
2	.14	.21	2.28	.0244
17	.16	.25	2.90	.0046
19	.02	.22	2.39	.0186

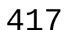
Variables: 5= Similitud conceptual2; 2= Inteligencia práctica; 17= Autoexigencia en el trabajo/estudio; 19= Percepción ambiente de aprendizaje;

Los resultados de este último tipo de análisis en el que se emplea como criterio el rendimiento de los participantes en el conjunto de la prueba de conocimientos son bastante consistentes. No obstante, parece necesario hacer algún tipo de precisiones metodológicas más.

En primer lugar, es necesario examinar si nuestros datos se ajustan a los supuestos del análisis de regresión múltiple. En segundo lugar, hay que tener en cuenta que aunque el método de selección de variables paso a paso está diseñado para obtener un valor máximo de la varianza explicada (R^2) por la adición de la contribución independiente de un número mínimo de variables predictoras seleccionadas; esto puede no suceder siempre en la práctica. Es decir, con el método paso a paso se trata de explicar un criterio en su conjunto, sin importar la relación que guardan las variables predictoras entre sí. El método, por consiguiente, tiene más sentido emplearlo dentro de un marco predictivo que en un

marco teórico que pretenda la explicación de las relaciones que se producen entre las variables predictoras y de éstas con el criterio, como hace el análisis de estructuras de covarianza, que se plantea posteriormente.

8.3.4.2. Examen de los supuestos del análisis de regresión múltiple.



Para examinar si nuestros datos se ajustan a los supuestos del análisis de regresión múltiple, se comprueba si éstos satisfacen los requisitos de normalidad, linealidad y homogeneidad de la varianza e independencia de los errores.

El examen de estos supuestos en el caso de la regresión se realiza fundamentalmente observando el diagrama de dispersión de los residuales de la regresión, calculados como la diferencia entre los valores observados y los predichos por la ecuación. Por ello se estimaron los residuales de la regresión de la ecuación que toma como criterio el rendimiento final en el que se recogen conjuntamente los conocimientos conceptuales y procedimentales adquiridos y como predictores las cuatro variables que hacen una contribución significativa a la explicación del criterio.

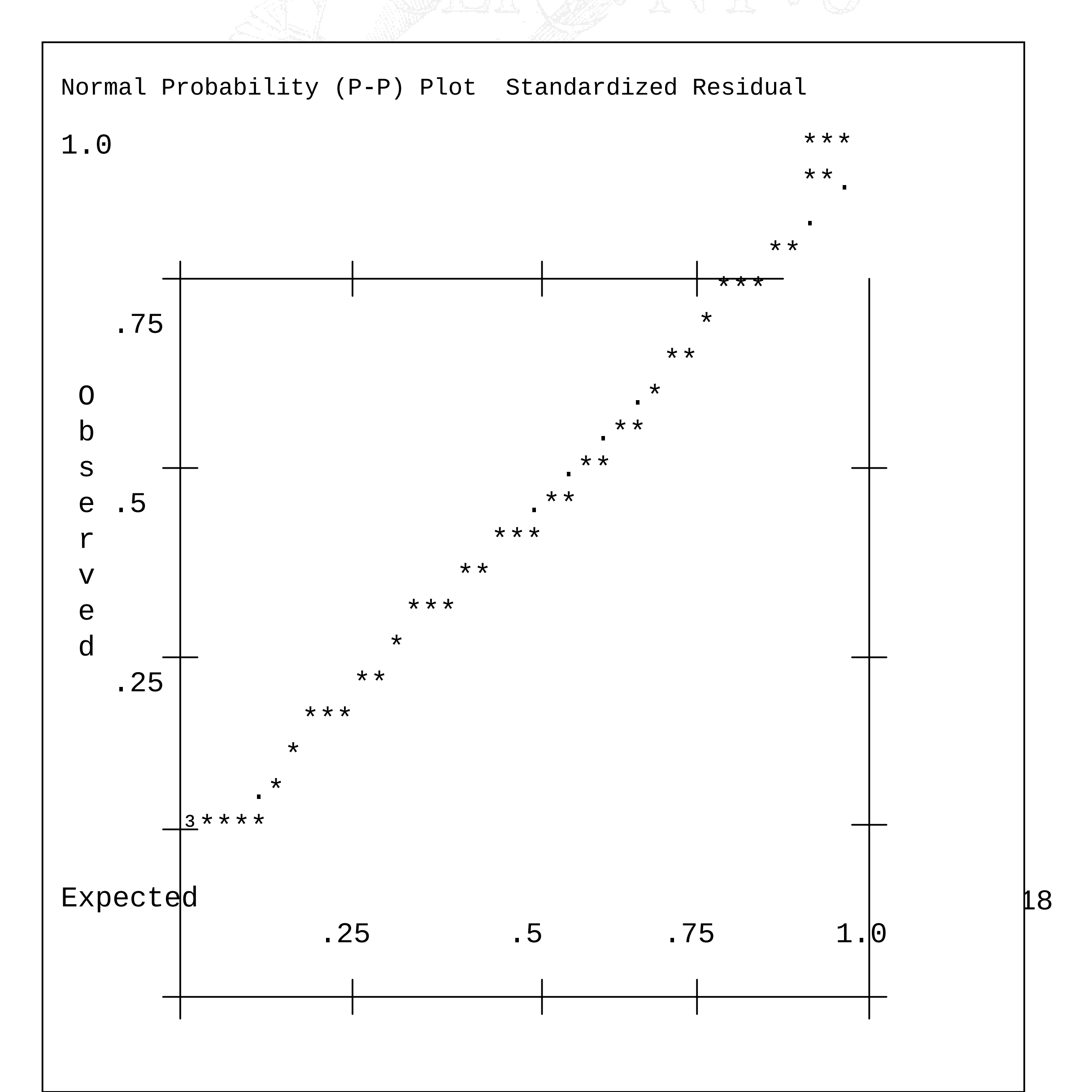


Figura 9. Comparación de la distribución de residuales observados con la distribución esperada bajo el supuesto de normalidad.

Para examinar el supuesto de normalidad de la función multivariada se comparó la distribución observada de residuales con la esperada bajo la asunción de normalidad. Esta comparación se encuentra en la figura 9.

Observando la figura 9, podemos ver que las puntuaciones de los residuales estandarizados se distribuyen a lo largo de una línea recta diagonal, solapándose con los puntos de esa recta, lo cual es indicador de la normalidad de la distribución conjunta de las variables.

Para comprobar si se cumplen las asunciones de linealidad y homogeneidad de la varianza se observa el diagrama de dispersión en el que se proyectan los residuales contra los valores predichos.

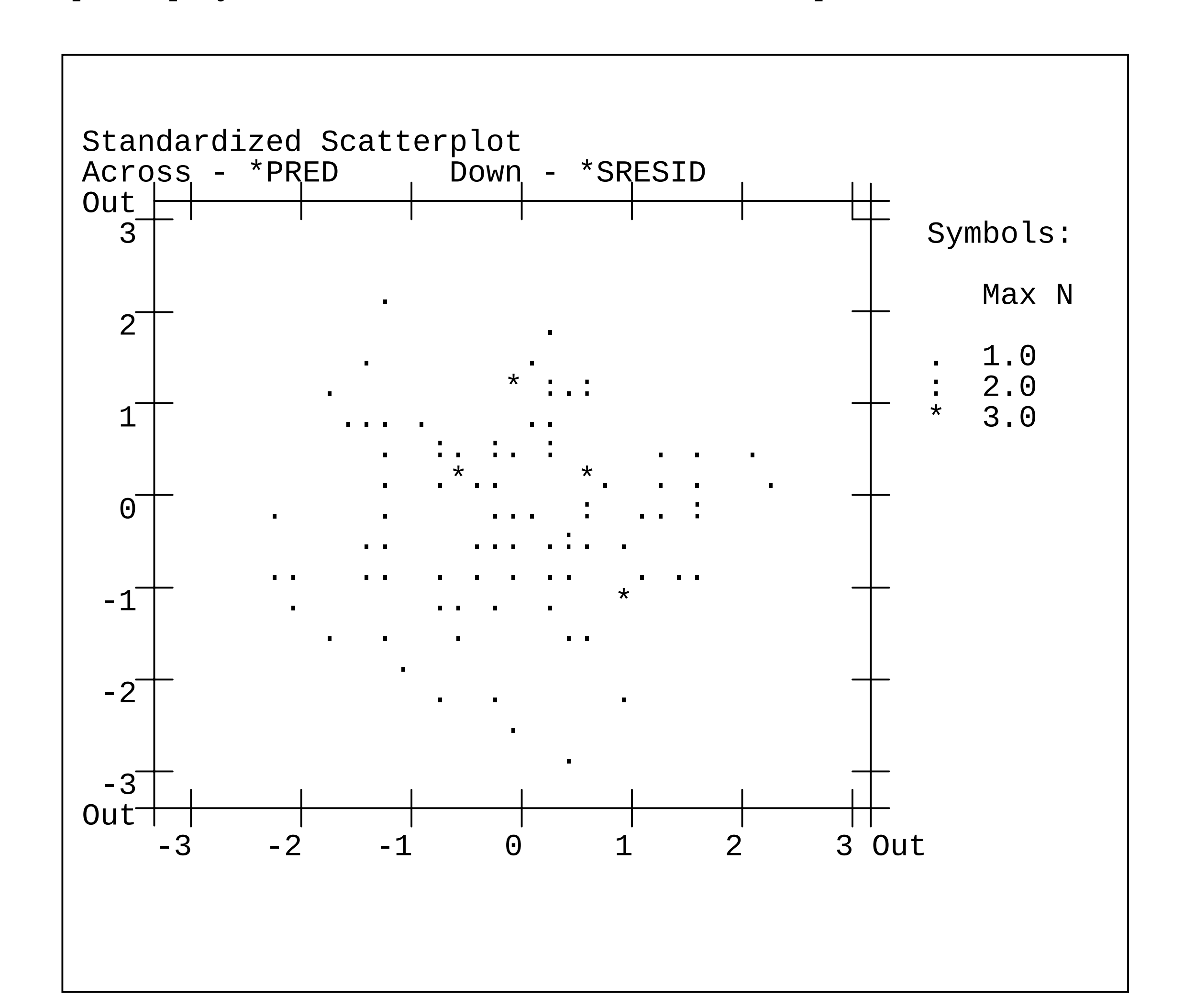


Figura 10. Distribución de los valores residuales en función de los valores predichos, por el examen de los supuestos de linealidad y homogeneidad de las varianzas.

Si se satisfacen las asunciones de linealidad y homogeneidad de la varianza, no debe haber relación entre los valores predichos y los residuales. Esto es, los residuales deben de estar aleatoriamente distribuidos en una banda alrededor de la línea horizontal que marca el valor 0. Cuando la dispersión de los residuales aumenta o disminuye con los valores predichos, se debe cuestionar la asunción de la igualdad de la varianza.

Si observamos el diagrama de dispersión de la figura 10, vemos que los residuales se distribuyen de forma aleatoria alrededor del centro del diagrama. Además ningún valor se sitúa fuera de lo esperado (outlier).

Una prueba del supuesto de independencia de los errores la constituye el test de Durbin-Watson. Los valores pequeños de este estadístico –menores de 2- indican independencia de los errores, mientras que valores más altos, impiden rechazar el supuesto de independencia. El valor del estadístico D de Durbin-Watson para nuestros datos es de 1.8374, lo que hace que podamos considerar que también se cumple este supuesto. Los resultados completos de estos análisis se ofrecen en el anexo 3-b.

8.3.4.3. Número de individuos necesario para una potencia de prueba y un nivel de significación determinados.

El tamaño de la muestra es un aspecto fundamental para establecer la consistencia de los resultados obtenidos. Un número reducido de individuos puede llevar a que no se pueda rechazar la hipótesis nula de que el coeficiente de correlación R^2 es igual a 0 para un número determinado k de variables normalmente distribuidas.

Un programa estadístico para estimar cualquiera de los parámetros relativos a la potencia de la prueba, el tamaño del efecto y el número de individuos necesario, una vez conocidos los valores de los restantes parámetros es el nQuery. Este programa se empleó para estimar si el número de individuos necesario para alcanzar un nivel de potencia de la prueba determinado, una vez conocidos los valores de R^2 y el número de variables predictoras que entran en la ecuación de regresión, era inferior al establecido para poder rechazar, con un nivel de probabilidad α, que la varianza explicada $R^2 = 0$.

En la tabla 14, aparecen los resultados de la estimación del número de individuos para los valores encontrados en la ecuación de regresión y el resto de los parámetros que se deben de tener en cuenta.

Tabla 14.

Estimación del número de participantes necesario para poner a prueba que $R^2 = 0$, para un número de variables independientes normalmente distribuidas.

Columna	1	2
Nivel de significación	0.05	0.01
Número de variables, k	22	22
Correlación múltiple al cuadrado R^2	0.32	0.32
Potencia (%)	95	97
N	87	97

Como se puede ver en la tabla 14, en ambos supuestos, tanto con un porcentaje de potencia de la prueba del 95% como del 97%, 22 variables independientes y una R múltiple de 0,32, la muestra necesaria para poder rechazar la hipótesis de que R^2 es distinto de 0, es inferior a la muestra de participantes de nuestro trabajo, en la que el número de casos válidos, una vez eliminados los individuos que les falta alguna puntuación en cualquiera de las variables, es de 109.

En suma pues, el hecho de que se cumplan los supuestos bajo los cuales es adecuado el empleo de la técnica de regresión múltiple, y que el tamaño de los efectos identificados sea lo suficientemente amplio como para poder rechazar la hipótesis nula de que estos efectos se deben al azar, dota de mayor consistencia a los resultados, aunque como se ha señalado anteriormente es necesario el empleo de técnicas que permitan el contraste de un modelo teórico en el que se especifiquen las vías de influencia de las variables predictoras. Pero antes de realizar este tipo de análisis se examinarán los efectos de interacción entre algunas variables establecidos en nuestras hipótesis.

8.3.5. Análisis de las interacciones.

Una de las hipótesis enunciadas hace referencia explícita a los posibles efectos de interacción entre la inteligencia general y el conocimiento específico en un dominio, a la hora de determinar los resultados de aprendizaje.

8.3.5.1. Análisis de varianza de la inteligencia y la organización del conocimiento sobre los conocimientos adquiridos.

Para examinar la hipótesis 4, referente a la interacción ente la habilidad intelectual general y la calidad de la organización del conocimiento, y el posible efecto compensatorio de una mejor organización del conocimiento sobre una menor habilidad intelectual, en relación a los conocimientos adquiridos, se lleva a cabo un análisis de varianza de dos factores con dos niveles cada uno. Estos factores están definidos por la dicotomización de las variables inteligencia práctica y similitud de la organización conceptual con el profesor, empleando como punto de división la mediana de cada una de las variables y como variable dependiente la puntuación total obtenida en la prueba de conocimientos.

En la tabla 15, se ofrece el resumen de los resultados del análisis de varianza empleando como variables independientes el grado de organización del conocimiento medido por el índice de similitud con el profesor al final del proceso de enseñanza-aprendizaje y las puntuaciones directas obtenidas en la subprueba de la inteligencia práctica del Sternberg Triarchic Abilities Test (STAT), y como variable dependiente las puntuaciones totales logradas en la prueba de conocimientos. Los resultados completos de este análisis se ofrecen en el anexo 4.

Tabla 15.

Análisis de varianza entre las variables similitud conceptual con el profesor e inteligencia práctica.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Gl	Media de cuadrados	F	Sig. F
Efectos principales	39.98	2	19.99	11.01	.000
INT. PRÁCTICA	32.60	1	32.60	17.96	.000
SIMILITUD 2	8.37	1	8.37	4.61	.034
Interacción					
PRACTI x SIM2	.49	1	4.95	2.73	.603
Varianza explicada	40.47	3	13.49	7.43	.000
Residual	179.70	99	1.81		
Total	220.18	102	2.15		

Como se puede apreciar hay un efecto fuertemente significativo de cada uno de los factores, la inteligencia práctica y la similitud conceptual. Un mayor nivel de inteligencia lleva a obtener mejores calificaciones en la prueba de conocimientos, ($F_{(1,99)}$ = 17.96, p = .000) del mismo modo que una mayor similitud conceptual con el profesor hace que se obtengan

mayores puntuaciones en la prueba de conocimientos ($F_{(1,99)}$ = 4.61, p = .034).

Sin embargo, la interacción entre las medidas de la inteligencia práctica y la similitud conceptual, no resulta significativa ($F_{(1,99)}$ = .273, p = .603). El efecto de estos factores puede verse de forma gráfica en la figura 11.

Como se puede apreciar en la figura 11, se produce únicamente un efecto aditivo de los factores inteligencia y similitud, de manera que a mayor puntuación en ambos factores, mejores resultados se obtienen en la prueba de conocimientos. De acuerdo con la tesis de Sternberg (1994, 1995), no se observa, por tanto, un efecto compensatorio de la organización conceptual.

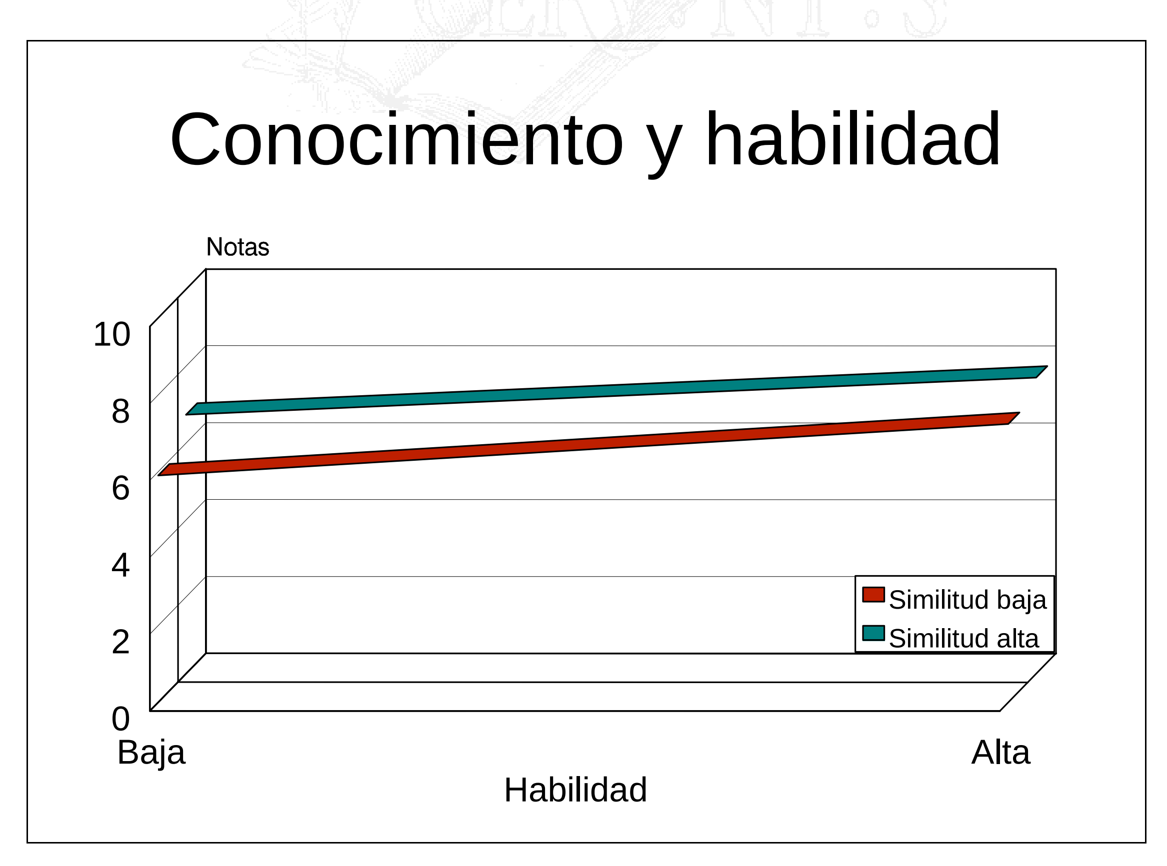


Figura 11. Gráfica de la interacción entre el conocimiento y la habilidad intelectual.

8.3.6. Análisis causal: La técnica de ecuaciones estructurales.

El contraste de un modelo teórico que permita establecer la relación precisa que se da entre las variables predictoras, y de éstas con el criterio, exige la formulación de un modelo estructural que tenga en cuenta los efectos directos e indirectos entre las variables. La estimación de los parámetros del modelo se lleva a cabo a partir de la definición de un sistema de ecuaciones estructurales que recoge las relaciones establecidas en el modelo teórico, y mediante el uso de la técnica estadística del análisis de estructuras de covarianza (Bentler y Dudgeon, 1996; Jöreskog, 1978; MacCallum y Austin, 2000). Para ello se emplea el programa EQS, Versión 4.2, desarrollado por Bentler (1993).

En la figura 12, se establece la representación estructural correspondiente al modelo teórico inicial sobre las relaciones entre las variables consideradas. Este modelo estructural toma como referencia, por una parte, el modelo teórico sobre la adquisición de la competencia experta, por otra, los resultados de los análisis de regresión múltiple, a partir de los cuales se identifican como variables predictoras las cuatro variables incluidas en el modelo. Como podemos apreciar se han renumerado las variables, debido a que en este análisis únicamente se incluyen las variables previamente seleccionadas.

Según el esquema estructural representado en la figura 12, hay una variable exógena –que no recibe influencia de otras variables-, V1 (inteligencia práctica), tres variables endógenas, V2 (similitud

conceptual), V3 (motivación) y V4 (percepción del ambiente de enseñanza-aprendizaje), y una variable criterio, V5, que es la puntuación total alcanzada en la prueba de conocimientos correspondiente. Todas las variables son observadas, no se incluye ningún factor latente. La variable exógena tiene varianza (*), mientras que las variables endógenas están afectadas por los errores de predicción (E).

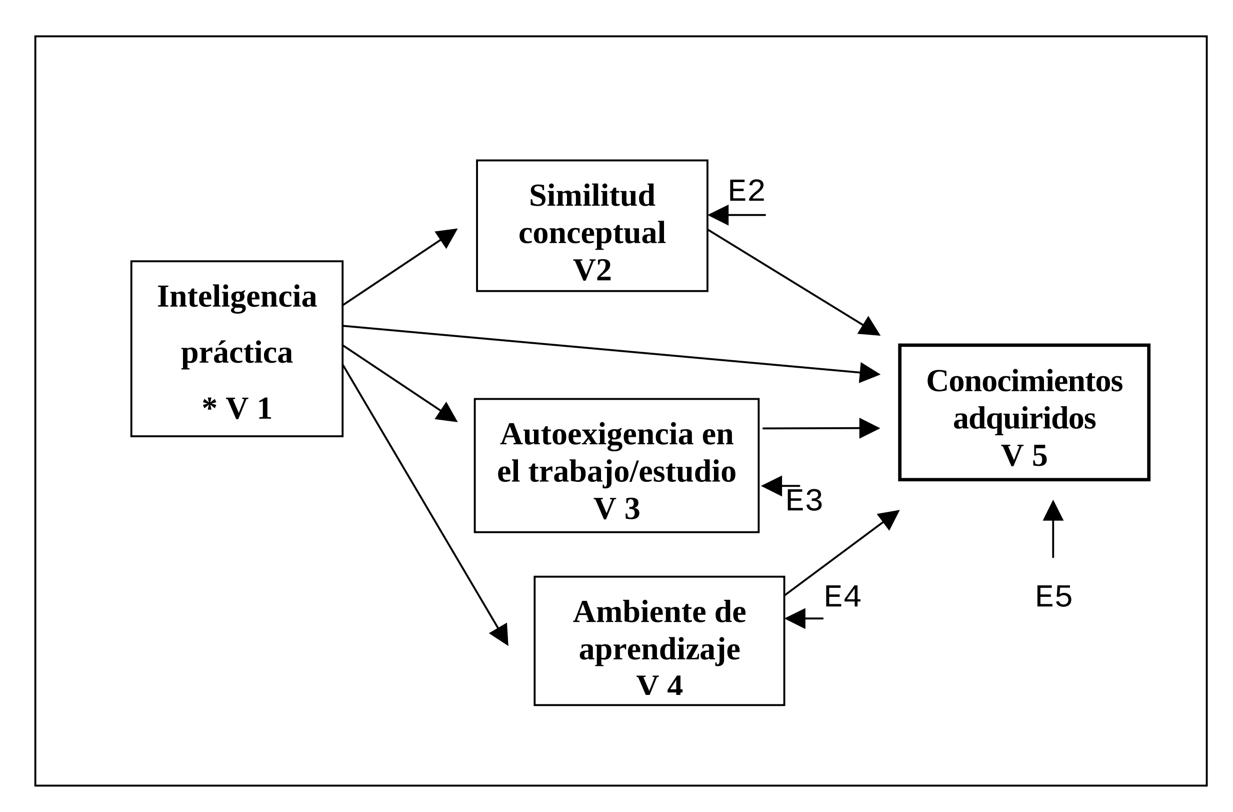


Figura 12. Modelo estructural inicial sobre las relaciones entre los componentes de adquisición del conocimiento y las habilidades presentes en la competencia experta.

Según el modelo estructural, se considera que la inteligencia (V1) afecta el aprendizaje (V5), tanto de forma directa como indirecta a través de la organización del conocimiento (V2). La motivación (V3), por su parte, afecta directamente los conocimientos adquiridos (V5), pero está influida a

su vez por la inteligencia. Las variables V4, percepción del ambiente de enseñanza-aprendizaje, tiene un efecto directo sobre los conocimientos totales adquiridos (V5) y se ve también afectada por la inteligencia.

En la tabla 16, aparece la matriz de correlaciones sobre la que se basa la estimación de los parámetros y del grado de ajuste del modelo a los datos. Estos datos son una parte de la matriz de la tabla 12.

Los resultados obtenidos utilizando el método de estimación de máxima verosimilitud, muestran que el modelo ajusta bastante bien a los datos. El índice ji-cuadrado de ajuste total, $\chi^2 =$ 4.391, basado en 3 grados de libertad, con una probabilidad $p = .22$. Lo que indica que el modelo propuesto no se aleja de forma significativa de los datos obtenidos. Además, el índice de ajuste comparativo es alto, CFI = .969.

Tabla 16.

Matriz de correlaciones entre las variables sobre las que se establece el modelo estructural.

	V1	V2	V3	V4	V5	V6
V1	1					
V2	-.0073	1				
V3	.0835	.1061	1			
V4	.3546	.1500	-.0316	1		
V5	.3113	.3482	.2951	.3353	1	
ds	2.41	.09	2.32	15.40	1.46	

n = 97.

No obstante, aunque el modelo teórico inicial no se diferencia de forma significativa de los datos empíricos, la prueba de Wald (W) de eliminación de parámetros para que se logre un mejor ajuste del modelo a los datos, sugiere que se supriman las relaciones directas que van de la variable V1

(inteligencia práctica) a V2 (similitud conceptual); así como el efecto de la inteligencia V1, sobre V3 (motivación).

Una vez introducidas estas modificaciones en el modelo de ecuaciones estructurales se volvió a estimar el grado de ajuste del modelo a los datos, encontrando un valor de χ^2=5.068 basado en 5 grados de libertad, con una probabilidad asociada p = .40, y un índice de ajuste comparativo CFI = .998. Esto es, la eliminación de los parámetros V2,V1 y V3,V1, llevó a un mejor ajuste del modelo a los datos. Además, las pruebas W y LM no sugirieron la eliminación ni la introducción, respectivamente, de ningún parámetro del modelo.

En la figura 13, se representa el modelo que mejor ajusta a los datos empíricos hallados en nuestro trabajo, con los valores de los parámetros estimados.

Como se aprecia en la figura 13, el efecto directo más importante sobre los conocimientos adquiridos (V5) es el que ejerce la variable V2 (organización conceptual). El valor del coeficiente de regresión es de 0.29. Se produce, asimismo, un efecto directo considerable de la inteligencia sobre la percepción del ambiente de aprendizaje (β = .35).

Todas las variables consideradas ejercen un efecto directo sobre la adquisición de conocimientos (V5); además de la organización conceptual (V2), también lo hace la motivación (β = .25), la percepción del ambiente de aprendizaje (β = .23) y la inteligencia (β = .21)

A estos efectos hay que sumar los efectos indirectos que se producen a través de terceras variables. Así, la inteligencia práctica ejerce un efecto indirecto sobre la adquisición de conocimientos a través la percepción del ambiente de aprendizaje. El tamaño de los efectos totales, directos e indirectos queda resumido en la tabla 17. Los resultados completos de este tipo de análisis se recogen en el anexo 5.

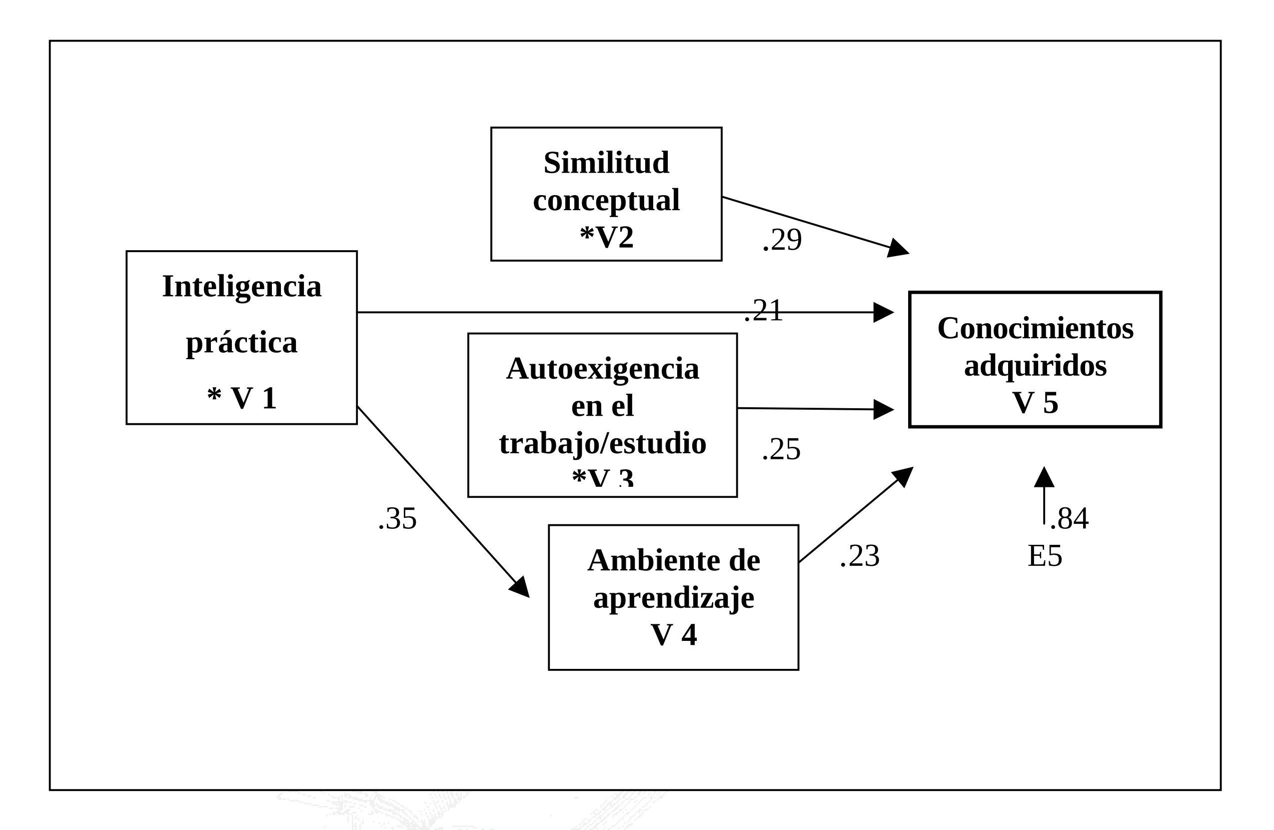


Figura 13. Modelo de mejor ajuste a los datos acerca de los componentes de adquisición del conocimiento y las habilidades presentes en la competencia experta.

El efecto indirecto de la variable V1, inteligencia práctica, a través de V4, la percepción del ambiente de aprendizaje que tienen los alumnos, es de .081 ($z = 2.068$, $p = .023$). Esto es, el efecto indirecto de la inteligencia sobre la adquisición de conocimientos, a través de la percepción del ambiente de aprendizaje, es bajo aunque llega a ser estadísticamente significativo.

Tabla 17.

Resumen de los efectos directos, indirectos y totales sobre la adquisición del conocimiento en el modelo causal con mejor ajuste.

Variables	Beta de Orden cero	Efecto espurio	Efecto directo	Efecto indirecto	Efecto total
V1	.31	.02	.21		
				Vía V4 .081	.29
V2	.34	.05	.29	---	.29
V3	.29	.04	.25	----	.25
V4	.33	.10	.23		.23

V1 = Inteligencia práctica; V2 = Similitud conceptual (conocimiento organizado); V3 = Autoexigencia en el trabajo/estudio (motivación); V4 = Ambiente de aprendizaje; V5 = Conocimientos adquiridos.

De esta forma, el efecto total de la habilidad intelectual sobre la adquisición de conocimientos es semejante (β = .29) al efecto total de la organización del conocimiento (β = .29) sobre la adquisición y aplicación del mismo. La inteligencia práctica influye de forma directa e indirecta a través de la percepción del ambiente de aprendizaje que tienen los alumnos sobre los conocimientos adquiridos, pero la influencia específica de la organización del conocimiento sobre la adquisición del mismo, es semejante al efecto de la habilidad intelectual.

8.4. Discusión.

La discusión de los resultados se hace en función de los objetivos y las hipótesis establecidas, así como de las técnicas de análisis empleadas.

En primer lugar, y en cuanto a la identificación de los elementos explicativos de la adquisición de conocimiento y habilidades cognitivas, se observa que los resultados de las distintas técnicas de análisis de datos llevan a resultados bastante convergentes.

Las variables que muestran una correlación de orden cero significativa con los conocimientos y habilidades adquiridas durante el proceso de enseñanza/aprendizaje de un material significativo, complejo, llevado a cabo en una situación educativa real, giran alrededor de los aspectos de la *habilidad intelectual*, la *organización del conocimiento*, la *motivación*, y la *percepción del contexto instruccional* en que se lleva a cabo este proceso.

El análisis de regresión múltiple, que tiene en cuenta la presencia de solapamiento de la varianza entre las variables, lleva a resultados similares. Son las variables relativas a la organización conceptual, la inteligencia práctica, la motivación, y la percepción que se tiene del ambiente de aprendizaje, las que contribuyen de forma significativa a explicar la variación en los resultados de aprendizaje, relativos a la adquisición del conocimiento y habilidades. Estos aspectos son precisamente los que en mayor o menor medida se encuentran presentes

en las teorías, modelos e hipótesis explicativas de la adquisición del conocimiento y las habilidades que forman parte del desarrollo de la competencia experta (Ericsson, 1999; Ericsson y Smith, 1991; Ericsson y Charness, 1994; Ericsson y Lehman, 1996; Sternberg, 1994, 1998a, 1999a).

Los resultados relativos a la *habilidad intelectual* ponen de manifiesto que las diferentes dimensiones de la inteligencia evaluadas muestran correlaciones moderadas entre sí, así como relaciones diferentes con las demás variables, lo que es consistente con otros resultados obtenidos por Sternberg, Castejón, Prieto, Hautamäki y Grigorenko, (2001); Sternberg, Prieto y Castejón, (2000) sobre la independencia de los tres aspectos de la inteligencia triárquica, la inteligencia analítica, la inteligencia práctica y la inteligencia creativa. El tipo de inteligencia que aparece relacionado con la adquisición de conocimientos es el de la inteligencia práctica.

La *calidad de la organización del conocimiento*, definida de forma operativa por las variables de coherencia y similitud conceptual, es el elemento que mayor influencia directa tiene sobre la adquisición del conocimiento y las habilidades.

Los resultados sobre la validación experimental del procedimiento de evaluación de las estructuras cognitivas, muestran la consistencia de estas medidas, que se comportan de acuerdo a lo esperado teóricamente, especialmente el índice de similitud, como en el caso de Pinkerton (1998). Por una parte, se produce un cambio desde el inicio al final del proceso de enseñanza/aprendizaje en el sentido de una mayor similitud entre la estructura conceptual de los estudiantes y la estructura conceptual del profesor. Por otra, la correlación entre la medida de la organización conceptual del estudiante con los resultados de aprendizaje obtenidos al final del proceso son altamente significativos. Estos hallazgos vienen a replicar muchos de los resultados de los trabajos realizados con la técnica

del *Pathfinder* y sustentan la validez de este procedimiento para la evaluación de las estructuras cognitivas en diversos campos (Acton, Johnson y Goldsmith, 1994; Gillan y Schvaneveldt, 1999; Gonzalvo, Cañas y Bajo, 1994; Kraiger, Salas y Cannon-Bowers, 1995; Schvaneveldt, Durso, Goldsmith, Breen y Cooke, 1985; Vinogradov y Kirkland, 2003)

Llama también la atención el hecho de que las medidas de organización conceptual tomadas al inicio del proceso de adquisición de conocimientos no estén relacionadas con los resultados de aprendizaje. Esto sugiere que el cambio o la reorganización conceptual que tiene lugar durante el aprendizaje se produce de una forma más o menos "radical", en el sentido apuntado por Chi, Slotta y Leeuw (1994), Pozo (1997), Tsai (2003) y Thagard (1992), quien considera que para que se lleve a cabo ese cambio conceptual radical es necesario que se produzca la suma de otros cambios menores de diferente complejidad, que una vez integrados, dan lugar a ese cambio radical, como parecen sugerir nuestros datos.

Por otra parte, sí aparecen relaciones significativas entre la organización conceptual, específicamente la similitud conceptual estimada al inicio del proceso de adquisición de conocimientos, con esas mismas medidas al final del proceso instruccional, lo que nos lleva a concluir que los estudiantes sí poseían conocimientos previos organizados antes del proceso instruccional como para producirse una relación con la organización de conocimiento al final del proceso, pero no estaban suficientemente organizados para presentar relación con los resultados de aprendizaje, pudiendo ser debido, como ya apuntábamos, a que el cambio producido en las estructuras conceptuales sea radical.

De especial interés es la relación que mantiene la organización del conocimiento con la habilidad intelectual general entendida como

inteligencia, especialmente como inteligencia en el sentido psicométrico tradicional.

Los resultados de nuestro trabajo ponen claramente de manifiesto que tanto la inteligencia como la organización del conocimiento hacen una contribución a la explicación de los conocimientos y habilidades adquiridas. Los resultados de los análisis de regresión múltiple evidencian que la organización conceptual, y en concreto la medida de la similitud conceptual, es la variable predictiva más importante de los resultados de aprendizaje, mientras que la inteligencia práctica también contribuye de forma significativa a la predicción/explicación de los mismos.

El estudio de la relación precisa entre la habilidad intelectual y el grado de organización del conocimiento, que nos ofrece el modelo estructural, pone más claramente de manifiesto que ambas variables ejercen una influencia independiente sobre la adquisición del conocimiento. Los resultados del análisis estadístico del modelo de ecuaciones estructurales muestran que la inteligencia tiene una influencia directa sobre la adquisición de conocimientos y una influencia indirecta, a través de la percepción del ambiente de aprendizaje.

Estos resultados son coincidentes con los resultados obtenidos en algunos estudios que se han planteado la cuestión de la independencia del conocimiento de la habilidad intelectual general. En uno de los pocos estudios sobre el tema, que emplea además una metodología adecuada para responder a esta cuestión, Minnaert y Janssen (1996) encontraron que los conocimientos previos específicos de un dominio tuvieron más efecto para explicar los conocimientos finales adquiridos en una asignatura de un curso universitario, que las habilidades intelectuales generales, que también ejercieron un efecto significativo, aunque más bajo, sobre la habilidad para el aprendizaje, el estudio y la transformación y organización del conocimiento.

Dada la importancia de la organización adecuada del conocimiento para la adquisición de nuevos conocimientos y habilidades (Chiesi, Spilich y Voss, 1979; Nietfeld, 2000; Schneider, Körkel y Weinert, 1989), en una de las hipótesis de nuestro trabajo se plantea la existencia de un posible efecto compensatorio de esta organización conceptual en relación con la inteligencia, a la hora de explicar los conocimientos adquiridos. Los resultados de los análisis de varianza muestran que no se produce un efecto de interacción entre ambos factores, sino más bien que los efectos son aditivos, a mayor habilidad intelectual y mayor calidad de la organización conceptual, mayores son los conocimientos adquiridos. De esta forma, los resultados fueron contrarios a nuestra hipótesis, indicando que en nuestro caso, un nivel alto de organización conceptual no pudo compensar un nivel bajo de habilidad intelectual general.

Los resultados obtenidos en nuestro trabajo sobre la relación entre la inteligencia general y la organización del conocimiento son relevantes para dilucidar hipótesis teóricas alternativas sobre las relaciones entre el conocimiento y la inteligencia en general y sobre el papel que juegan la organización del conocimiento y la inteligencia en la adquisición de la competencia experta, en particular.

Los resultados obtenidos a partir del análisis del modelo estructural, empleando la técnica de ecuaciones estructurales, están en consonancia con el modelo teórico inicial propuesto, en el que ambos aspectos, el conocimiento experto y la habilidad intelectual juegan un papel significativo a la hora de explicar la adquisición de la competencia.

El conocimiento organizado influye directamente sobre la adquisición de la competencia que es independiente y mayor del que ejercen, de modo directo, las habilidades intelectuales. La organización cualitativa del conocimiento explica la adquisición de nuevas competencias, más

allá, e independientemente, de lo que lo hace la influencia directa de las habilidades intelectuales. Además, la magnitud del efecto del conocimiento sobre la adquisición de la competencia, es semejante a la del efecto total de las habilidades intelectuales. De esta forma se reconoce el papel que tiene el conocimiento en el desarrollo de la competencia experta (Charness y Schultetus, 1999; Ericsson y Charness, 1994; Ericsson y Lehmann, 1996; Glaser, 1984, 1996; Patel, Kaufman y Arocha, 2000), independientemente de las habilidades intelectuales.

Las teorías sobre la competencia experta establecen que el factor crítico en la adquisición del conocimiento y las habilidades, es la forma en que el conocimiento se encuentra organizado en la estructura cognitiva de los individuos (Ericsson y Lehman, 1996; Ericsson y Charness, 1994; Charness y Schultetus, 1999). Desde la perspectiva de Sternberg (1994), sin embargo, la organización del conocimiento sólo es importante en cuanto que ésta permite analizar la información nueva de manera más eficaz. El establecimiento de inferencias va más allá de la cantidad y organización del conocimiento, requiere el *uso* eficaz del mismo. Desde este punto de vista, no es la información lo que importa *per se*, sino la utilidad de esta organización para promover el análisis de nueva información.

Sternberg (1985b) se muestra contrario a la idea expresada por Glaser (1984), referente a que la adquisición de la competencia experta debe entenderse fundamentalmente, aunque no exclusivamente, en términos del conocimiento específico que se posee en un dominio. Para Sternberg, ambos aspectos, procesos generales y conocimientos específicos, deben ser considerados de forma conjunta en cualquier teoría de la expertez, el aprendizaje y la enseñanza. Lo importante es establecer la forma en que interactúan (Sternberg, 1985b).

En el modelo de Sternberg (1998a, 1999a) sobre la adquisición de la competencia experta se sigue manteniendo una postura interactiva sobre la relación entre los procesos generales y el conocimiento, cuando se declara expresamente que: "el conocimiento declarativo y procedimental adquirido a través de la extensión de las habilidades de aprendizaje y pensamiento también lleva a que estas habilidades se usen más eficazmente en el futuro" (Sternberg, 1999a, p. 365). La postura interactiva presente en el modelo de desarrollo de la expertez de Sternberg (1998a, 1999a) es muy semejante a la teoría de Ceci (1996) sobre la complejidad cognitiva, en la que se establece una relación recíproca entre procesos cognitivos generales y estructuras de conocimiento. Los procesos cognitivos eficientes añaden estructura y complejidad al conocimiento existente en un dominio, y esta estructura ayuda, a su vez, a mejorar la eficacia de los procesos cognitivos que operan sobre ella.

Los resultados obtenidos en nuestro trabajo sustentan claramente la hipótesis de que la calidad -organización- del conocimiento que posee una persona es un factor importante en la adquisición de la competencia experta. Y de que esta organización es relativamente independiente de la inteligencia. No obstante sigue abierta la cuestión de qué es lo que determina el carácter específico de la organización del conocimiento. Parece tratarse de una habilidad de organización cualitativa del conocimiento que es distinta de la inteligencia, al menos de la inteligencia entendida según la definición psicométrica tradicional.

Algunas revisiones recientes sobre la inteligencia han extendido la noción tradicional de la misma. Así, en la teoría de Ackerman (1996, 1998, 2000) que integra la concepción tradicional de la inteligencia con los nuevos conocimientos sobre la psicología de la expertez, la inteligencia se considera el resultado de varios componentes, entre los que se incluyen la inteligencia vista como proceso o capacidad de razonamiento abstracto, factor general "g", y la inteligencia considerada como conocimiento. De

forma similar, Sternberg (1998, 1999a, 1999,b, 2000) propone la inclusión de los conocimientos actuales sobre la competencia experta en una nueva conceptualización de la inteligencia en la que adquiere importancia el conocimiento que posee el individuo en interacción con los procesos mentales.

Dando un paso más en la interpretación de esta habilidad de organización del conocimiento, podríamos pensar que en ella están implicados dos procesos fundamentales, un componente relacionado con la inteligencia general, entendida como capacidad de procesamiento, y cercana a los procesos ejecutivos ligados a la memoria de trabajo y un componente asociativo cercano a las redes asociativas postuladas por los nuevos modelos conexionistas. En este mecanismo confluirían por tanto los procesos establecidos por la arquitectura cognitiva clásica de tipo simbólico-representativo, lineal y sintáctico, con los procesos asociativos, distribuidos y semánticos, tal como han propuesto autores como Martín y Serrano (1995) y Hadley (1999). Aunque esta perspectiva ofrece un mejor entendimiento de los procesos implicados en la organización del conocimiento, presenta la desventaja de acceder a este tipo de procesos, dado el carácter no-conciente del procesamiento en los modelos conexionistas (De Vega, 1998; Roberts, 1998), dificultad de acceso a los procesos del pensamiento experto que ya habían apuntado Berry y Broadbent (1984).

Por otra parte, el uso de estrategias no tiene, sin embargo, una influencia directa sobre la adquisición del conocimiento, ya que ninguno de los factores del cuestionario de procesos de estudio (CPE), muestra una relación significativa de orden cero con los resultados de aprendizaje. Esto puede deberse a distintas razones, por una parte las estrategias evaluadas son fundamentalmente estrategias de aprendizaje, dirigidas a la comprensión del conocimiento, mejor que estrategias de pensamiento relacionadas con la comprensión profunda y la reorganización conceptual

del material. A este respecto, en su modelo de adquisición de la competencia experta Sternberg (1998, 1999a) distingue entre habilidades de aprendizaje, habilidades de pensamiento y habilidades metacognitivas. Por otra parte, lo más probable es que la habilidad de organizar cualitativamente el conocimiento y las estrategias destinadas a la adquisición del mismo sean mecanismos independientes, lo cual estaría de acuerdo con el carácter no consciente de las habilidades de organización del conocimiento.

La *motivación* es otro de los factores que incide de forma directa sobre los resultados de adquisición del conocimiento y las habilidades. La motivación es en las diferentes teorías sobre la adquisición de la competencia experta el motor que impulsa a comprometernos en la práctica deliberada (Ericsson, Krampe y Tesch-Römer, 1993; Ericsson y Lehman, 1996) y el elemento indispensable para activar inicialmente los factores que intervienen en la adquisición de la competencia (Sternberg, 1998,b; 1999a).

Ahora bien, la motivación es un mecanismo complejo en el que intervienen factores biológicos y cognitivos (Covington, 2000) que determinan el impulso general a la actividad, la motivación hacia el logro o el sentimiento de autoeficacia. Quizá por ello, se ha propuesto que en la adquisición de la competencia experta intervienen, muy posiblemente, diferentes clases de motivación (Sternberg, 1999a).

Nuestros resultados indican que el aspecto motivacional que está sistemáticamente relacionado con el aprendizaje y la adquisición de conocimientos es el factor M3 de Autoexigencia laboral en el trabajo y en el estudio, incluido en el cuestionario MAE de Pelechano (1973). Este cuestionario tiene como referente teórico las investigaciones de la escuela de motivación de ejecución, dedicada al estudio de los determinantes de la ejecución manifiesta, y situada dentro del paradigma neoconductista. El

factor de autoexigencia laboral refleja una tendencia a superarse constantemente en el trabajo y/o en el estudio y a evaluar positivamente el mundo del trabajo/estudio, dentro del cual se encuentran intereses importantes para el individuo. Se trata pues de un aspecto motivacional cercano a la motivación de logro en el que la motivación se entiende como un esfuerzo continuado por conseguir unas metas y con el objetivo de mejorar la ejecución.

Se trata de un aspecto motivacional ligado a factores de tipo biológico y temperamental, relacionados más con el impulso general a la actividad y a la ejecución que con aspectos cognitivos de la motivación. Este aspecto motivacional es precisamente el que se ha considerado más importante en la adquisición de la competencia experta (Ericsson y Charness, 1994; Ericsson, Krampe y Tesch-Römer, 1993), aunque también pueden estar implicados aspectos motivacionales de autoeficacia, pues parece que los expertos necesitan desarrollar un sentido de su propia autocompetencia para enfrentarse a tareas dificiles en su dominio de expertez (Sternberg, 1999a).

Aunque la motivación ejerce un efecto individual sobre la adquisición de los conocimientos y habilidades implicadas en la competencia experta, nuestros resultados indican que constituyen un elemento más, que si bien importante no es el más importante, en el proceso de adquisición de la competencia. Otros aspectos como las habilidades intelectuales de carácter general, y la habilidad de organización cualitativa del conocimiento tienen un efecto mayor que los factores relativos a la motivación. Estos resultados sustentarían pues en mayor medida la postura de Gardner (1995) y Sternberg (1996,a, 1998a) contraria a considerar la motivación junto con la práctica como, los elementos fundamentales y casi únicos en el desarrollo de la competencia experta, tal y como Ericsson y Charness (1994, 1995) consideran. Los resultados apoyan en mayor medida la existencia de una serie de elementos que en

interacción determinan la adquisición de la competencia, tal y como establecen los modelos más recientes (Ceci, 1996; Sternberg, 1999a,b; Sternberg, Grigorenko y Ferrari, 2002).

Un elemento destacado de tal modelo es *el contexto* en el que se desarrolla la competencia. El contexto instruccional en este caso, definido por el ambiente de aprendizaje, aparece en nuestro trabajo relacionado, de forma sistemática, con los resultados de aprendizaje y hace una contribución directa a la explicación de los mismos. Esta contribución está influida por otra variable, la inteligencia práctica, en la solución encontrada para el modelo estructural propuesto.

Antes de examinar la influencia del contexto de aprendizaje y sus implicaciones educativas sobre la adquisición del conocimiento, nos referiremos a un resultado previo relativo a la dimensionalización del contexto instruccional. De acuerdo con el modelo inicial propuesto y con los resultados de otros trabajos recientes sobre el ajuste entre las características de los estudiantes y los métodos de enseñanza (Sternberg, Grigorenko, Ferrari y Clinkenbeard, 1999; Sternberg, Torff y Grigorenko, 1998), se planteó la hipótesis de que las preferencias de los alumnos por determinadas estrategias o estilos de enseñanza del profesor, estarían relacionados con los resultados de aprendizaje de los alumnos.

Sin embargo, los resultados sobre la validación del "Cuestionario sobre preferencias por estilos de enseñanza/aprendizaje", mostraron la existencia de un único factor, alrededor del cual saturan fuertemente todos los ítemes del cuestionario. Contrariamente a lo esperado, los participantes en el estudio no mostraron unas preferencias por unos estilos de enseñanza-aprendizaje sobre otros, sino que mostraron su preferencia por una combinación de métodos de enseñanza y aprendizaje que incluían el trabajo independiente, la discusión en grupo, la explicación del profesor, el trabajo cooperativo y la práctica. A este factor

lo denominamos ambiente de aprendizaje, una vez que captura los diferentes métodos de enseñanza y aprendizaje presentes en el contexto instruccional.

Los resultados de nuestro trabajo muestran que este factor tiene una influencia directa y significativa sobre la adquisición del conocimiento, y esa influencia viene mediada por la habilidad intelectual. La preferencia por una ambiente rico y variado de aprendizaje está relacionada positivamente con la adquisición del conocimiento y las habilidades. La implicación instruccional para el desarrollo de la competencia experta parece clara, se deben de favorecer ambientes ricos de aprendizaje que estimulen la adquisición de dicha competencia. Goldman, Petrosino y el CTGV (1999) han establecido una serie de principios para el diseño explícito de poderosos ambientes de aprendizaje basados en la teoría sociocultural del aprendizaje situado y los conocimientos sobre las características de la competencia experta. Los cuatro principios más destacados son: a) la instrucción debe estar organizada alrededor del aprendizaje significativo y de fines apropiados a los estudiantes; b) la instrucción debe proporcionar andamiaje para el logro de un aprendizaje significativo, logrado a través de dos vías, la solución de tareas auténticas y una enseñanza que favorezca el establecimiento de un conocimiento base coherente y ricamente interconectado; c) la instrucción debe proporcionar oportunidades para la práctica con retroalimentación, revisión y reflexión; y d) la instrucción debe de disponerse de forma que promueva la colaboración, la distribución de la expertez y las comunidades de aprendizaje.

Sternberg (1998, 1999), plantea diseñar una enseñanza en la que se apliquen los principios de una teoría de la inteligencia. Así, Sternberg, Torff y Grigorenko (1998) encontraron que la instrucción triárquica, que intenta potenciar las habilidades analíticas, creativas y prácticas, mejora el rendimiento, ya que permite a los estudiantes codificar la información,

para ser aprendida y memorizada, de tres modos diferentes, con lo que tendrán más posibilidades de recuperación y de aplicación. Estos mismos resultados se obtuvieron en estudios posteriores (Sternberg, Grigorenko, Ferrari y Clinkenbeard, 1999; Grigorenko, Jarvin y Sternberg, 2000) en los que se señala que todos los estudiantes deben de recibir una variedad de métodos para que cada uno individualmente se beneficie de aquellos métodos que se ajustan a sus características.

Nuestros datos sustentan esta hipótesis, ya que los resultados del análisis de fiabilidad y validez del cuestionario sobre preferencias por estilos de enseñanza aprendizaje (ESTIEA) indican que los alumnos no muestran unas preferencias claras por unos estilos de enseñanza, ni consideran en general que unos métodos de enseñanza sean mejores que otros, sino más bien que es una combinación o mezcla de estos estilos y métodos los que deben de ponerse en marcha en clase para que los alumnos alcancen mejores resultados, así como también aparece una influencia de la inteligencia práctica sobre esa percepción del ambiente de aprendizaje.

Otros autores como Jonassen (2000), De Corte (2000), Vosniadou (2001), Mason (2001), Bolan (2003), Therhart (2003), Asan (2003), Kreijns, Kirschner y Jochems, (2003) y VanMerrienboer y colaboradores (2003), han definido también las características de los ambientes de aprendizaje eficaces. De Corte (2000), señala que deben inducir y apoyar la adquisición de procesos orientados a metas, constructivos y acumulativos, mediante el aprendizaje por descubrimiento y la exploración personal por un lado, y la instrucción sistemática y la orientación por otra; deben mejorar la autorregulación de los estudiantes; y deben integrar la adquisición de habilidades cognitivas generales en dominios específicos de contenido. En una propuesta más reciente, Herringtong y Oliver (2002), recogen las características de un ambiente de aprendizaje situado: a) proporcionar contextos auténticos; b) promover

actividades auténticas; c) proporcionar el acceso a realizaciones expertas; d) proporcionar múltiples perspectivas y papeles a través de la colaboración ; e) fomentar la construcción colaborativa del conocimiento; f) promover la reflexión; g) permitir que el conocimiento tácito se haga explícito; h) proporcionar entrenamiento y andamiaje por parte del profesor; e i) proporcionar una evaluación auténtica de los aprendizajes.

Mientras que Glaser (1996), Ericsson (1998), Bennet (2003), Barody (2003), Baroody y Dowker (2003), establecen implicaciones para el diseño instruccional basadas en las teorías sobre la adquisición de la competencia, tales como el uso flexible y creativo de estrategias, y el empleo de grupos cooperativos.

En suma, en nuestro trabajo se han identificado un conjunto de variables que están directamente implicadas en el desarrollo inicial de la competencia experta, y se ha establecido la forma precisa en la que estas variables se relacionan entre sí, dentro de un modelo que tiene en cuenta las principales hipótesis explicativas formuladas sobre la adquisición de la competencia. Los resultados obtenidos a partir del ajuste del modelo a los datos empíricos han servido además para contrastar hipótesis teóricas alternativas sobre la importancia relativa de distintos elementos, como el conocimiento específico de un dominio y las habilidades intelectuales generales. Asimismo, se han derivado implicaciones instruccionales a partir del conocimiento de la forma precisa en que se producen las relaciones entre los elementos identificados, la importancia de la organización cualitativa del conocimiento y su relativa independencia de la habilidad intelectual, la importancia del tipo de ambiente instruccional que favorece el aprendizaje y la adquisición de los conocimientos y habilidades que forman parte de la competencia experta. Un ambiente en el que se combinan distintas estrategias instruccionales como la explicación del profesor, el estudio independiente, el aprendizaje cooperativo y las prácticas de la asignatura.

Las implicaciones de los resultados obtenidos pueden extenderse además a cuestiones actuales sobre del tipo de cualificación profesional específica necesaria para dar respuesta a las exigencias del rápido y cambiante desarrollo tecnológico actual: una formación centrada en la adquisición de un conocimiento experto en ámbitos especializados, adquirido como resultado de la experiencia y la práctica en un campo específico; o una formación destinada a dar respuestas a los conocimientos nuevos y situaciones cambiantes. Tema que suscitó el interés de la Comisión de Expertos que informó el IV Programa Marco de la Unión Europea. Los resultados de nuestro trabajo parecen apoyar ambas exigencias, dada la importancia de ambos factores, las habilidades intelectuales generales necesarias para tratar con situaciones nuevas y el conocimiento específico en un dominio.

Es posible que lo que se necesite sea favorecer el desarrollo de la “expertez adaptativa”, tal y como proponen Kimball y Holyoak (2000), Baroody (2003) y Baroody y Dowker (2003), caracterizada por la transferencia del conocimiento y la adaptación a situaciones nuevas. Algunas de las condiciones que facilitan el desarrollo de este tipo de competencia experta comienzan a ser delimitadas en el ámbito de la empresa (Marchant y Robinson, 1999; Thibodeau, 2003).

Llegados a este punto, es necesario también señalar algunas limitaciones de nuestro trabajo, que pueden restar generalidad a los resultados obtenidos.

En primer lugar, el número y tipo de participantes en el trabajo suele limitar las posibilidades de generalización de los resultados de muchos estudios empíricos. En cuanto al número de participantes, los resultados de la prueba estadística de estimación de la fiabilidad de los resultados obtenidos, ofrece garantías de generalización, con el número de personas que han participado en él. Respecto al tipo de participantes, es cierto que

se trata de una muestra seleccionada y que se produce por tanto una restricción del rango de variación de las variables medidas que puede dificultar o disminuir la aparición de relaciones y efectos significativos. Así por ejemplo, se ha apuntado repetidamente que la restricción del rango de variación de las habilidades intelectuales, que supone la participación de individuos universitarios en este tipo de estudios, puede disminuir indebidamente la influencia de estas habilidades sobre la adquisición de la competencia experta, como en realidad ocurre en muchos estudios sobre la expertez. En algunos trabajos se llega a corregir la correlación de algunas variables con el criterio, tomando en consideración la restricción del rango que supone llevar a cabo el estudio en un grupo seleccionado.

Desde nuestra perspectiva, sin embargo, esta corrección por atenuación no está justificada en estudios donde el grupo seleccionado constituye la población de interés, los individuos expertos en este caso. Como han señalado Sternberg, Grigorenko y Bundy (2001) sólo en el caso en que el grupo especial o seleccionado es una muestra de una población con una media y una desviación estándar normal, es problemática la generalización de los resultados obtenidos con ese grupo a la población normal.

Otra limitación del presente trabajo se encuentra en el contenido concreto del material a aprender, la asignatura de Psicología de la Instrucción. Existen algunos trabajos sobre evaluación de estructuras cognitivas que han encontrado ligeras variaciones en los resultados dependiendo del conjunto particular de conceptos seleccionados dentro de un mismo dominio de contenido (Dorsey, Gwendolyn, Campbell, Foster y Miles, 1999).

8.5. Conclusiones.

A partir de los resultados obtenidos y de la discusión de estos resultados se establecen a continuación algunas conclusiones generales, que no pretenden sin embargo, agotar las implicaciones derivadas de los mismos:

Los resultados obtenidos mediante el empleo de distintas técnicas de análisis de datos son bastante consistentes. A ello hay que añadir que han sido obtenidos en una situación real de aprendizaje complejo y están referidos al aprendizaje de un material significativo que forma parte de un curso de enseñanza universitaria.

El desarrollo inicial de la competencia experta es el resultado de la combinación de un conjunto de elementos, presentes en las teorías y modelos sobre la expertez, que incluye la organización cualitativa del conocimiento, las habilidades intelectuales, la motivación, y el contexto de aprendizaje en el que se desarrolla.

Las habilidades intelectuales tienen una influencia considerable en la adquisición de los conocimientos y habilidades que configuran la

competencia experta.

La organización cualitativa del conocimiento es el elemento que ejerce la influencia directa más importante sobre la adquisición de las habilidades cognitivas y la competencia.

La técnica de evaluación de la organización del conocimiento se muestra como un procedimiento válido de medida de las estructuras conceptuales.

Los resultados sugieren además la existencia de un proceso de cambio conceptual de tipo radical desde el inicio al final del proceso de aprendizaje, más que de una reestructuración débil de los conocimientos anteriores.

La metodología empleada permite contrastar hipótesis teóricas alternativas acerca de la contribución relativa de elementos-clave, como la habilidad de organización del conocimiento y la inteligencia, sobre la adquisición de la competencia experta, y pone de manifiesto que cada una de estas variables hace una contribución independiente a la explicación del aprendizaje, siendo la organización del conocimiento la variable que ejerce una mayor influencia directa.

No se llega a producir, sin embargo, un efecto compensatorio del conocimiento sobre la habilidad intelectual, sino más bien, los

efectos son aditivos, a mayor habilidad intelectual y mayor calidad de la organización conceptual, mayores son los conocimientos adquiridos.

La motivación es otro de los elementos que tiene una relación directa en la adquisición de la competencia experta. Ahora bien, el aspecto motivacional implicado en la adquisición de la competencia es un tipo de motivación en el que entran a formar parte componentes de la motivación de logro y componentes motivacionales ligados a factores biológicos y temperamentales relacionados con el impulso general a la actividad, más que un tipo de motivación cognitiva. Se entiende pues la motivación como un esfuerzo continuado por conseguir unas metas y con el objetivo de mejorar la ejecución.

Un contexto instruccional favorecedor de ambientes ricos de aprendizaje facilita la adquisición del conocimiento y las habilidades que forman parte de la competencia experta, independientemente de las características individuales de los participantes.

El diseño de estos ambientes ricos de aprendizaje está basado tanto en la teoría sociocultural del aprendizaje situado como en los conocimientos adquiridos sobre la adquisición de la competencia experta.

Se derivan implicaciones instruccionales directas a partir del conocimiento de la importancia de la organización cualitativa del conocimiento, y su independencia de las habilidades generales de

pensamiento, así como de la importancia del tipo de ambiente instruccional que favorece la adquisición de la competencia. Un ambiente en el que se combinan estrategias instruccionales diferentes, como la explicación del profesor, el estudio independiente, el aprendizaje cooperativo y las prácticas de la asignatura.

Los resultados de este trabajo favorecen una visión sintética de la expertez, en la que se combinan distintos elementos. El establecimiento de la forma precisa en que interaccionan estos elementos nos permite un conocimiento teórico sobre el desarrollo inicial de la competencia experta, así como la posibilidad de establecer las condiciones que favorecen el desarrollo de la misma.

La extensión de este trabajo a otros participantes, otros contenidos y otro contexto instruccional, puede servir para consolidar los resultados obtenidos y soslayar las posibles limitaciones del mismo.

En este sentido, nuestra línea de trabajo actual gira en torno a las implicaciones instruccionales derivadas de este estudio, la importancia de la organización cualitativa del conocimiento y la relevancia del tipo de ambiente instruccional en la adquisición de la competencia, al aprendizaje situado y el empleo de ordenadores en la instrucción en diferentes dominios de contenido.

Referencias bibliográficas

Abernethy, B. (1987). Selective attention in fast ball sports. II. Expert-novice differences. *Australian Journal of Science for Medical Sports*, 19(4), 7-16.

Ackerman, P.L. (1988). Determinants of individual differences during skill acquisition: Cognitive abilities and information processing. *Journal of Experimental Psychology: General*, 117, 288-318.

Ackerman, P.L. (1996). A theory of adult intellectual development: Process, personality, interests, and knowledge. *Intelligence*, 22, 229-259.

Ackerman, P.L. (1999). Traits and knowledge as determinants of learning and individual differences: Putting it all together. En P.L. Ackerman, P.C. Kyllonen y R.D. Roberts (Eds.), *Learning and individual differences: Process, trait, and content determinants* (pp. 437-462). Washington, DC: American Psychological Association.

Ackerman, P.L. (2000). Domain-specific knowledge as the “dark matter” of adult intelligence: Gf/Gc, personality and interest correlates. *Journal of Gerontology: Psychological Sciences*, 55(2), 69-84.

Ackerman, P.L. y Cianciolo, A.T. (2000). Cognitive, perceptual-speed, and psychomotor determinants of individual differences during skill acquisition. *Journal of Experimental Psychology: Applied*, 6(4), 259-290.

Ackerman, P.L., y Rolfhus, E.L. (1999). The locus of adult intelligence:

Knowledge, abilities, and nonability traits. *Psychology and Aging*, 14(2), 314-330.

Acton, W.H., Johnson, P.J., y Goldmisth, T.E. (1994). Structural knowledge assessment: comparison of referent structures. *Journal of Educational Psychology*, 86, 303-311.

Adelson, B., y Soloway, E. (1985). The role of domain experience in software design. *IEEE Software Engineering*, 11, 1351-1360.

Alexander, P.A. (1996). The past, the present and the future of knowledge research: A reexamination of the role knowledge in learning and instruction. *Educational Psychologist*, 31, 89-92.

Alexander, P.A., y Judy, J.E. (1988). The interaction of domain-specific and strategic knowledge in academic performance. *Review of Educational research*, 58, 375-404.

Allard, F., Graham, S., y Paarsalu, M.E. (1980). Perception in sport: Baskeball. *Journal of Sport Psychology*, 2, 14-21.

Allard, F., y Starkes, J.L. (1991). Motor-skill experts in sports, dance and other domains. En K.A. Ericsson y J. Smith (Eds.), *Toward a general theory of expertise. Prospects and Limits* (pp. 126-152). Nueva York: Cambridge University Press.

Álvarez, M.C., y Risco, V.J. (1987). Concept maps and Vee diagrams: a visual representation of children's thinking. Comunicación presentada a la *Reunión Anual de la AERA*, celebrada en Washington, 1987.

Amabile, T. (1989). *Growing up creativity: Nurturing a lifetime of creativity*. Nueva York: Crown.

Ambrose y Cohen (2003). *Creative intelligence: toward theoretic integration. Perspectives on creativity*. Cresskill, NJ, US: Hampton Press.

Ambrose, D., Cohen, L. y Tannenbaum, A. (2003). Mapping and terrain of creative intelligence. En: Ambrose, y Cohen (Eds.) *Creative intelligence toward theoretic integration Perspectives on creativity*. (pp. 3-10). Crees Kill, NJ, US: Hampton Press.

Anderson, J.R. (1982). Acquisition of cognitive skills. *Psychological Review*, 89(4), 369-406.

Anderson, J.R. (1987). Methodologies for studying human knowledge. *Behavioural and Brain Science*, 10(3), 467-477.

Anderson, J.R. (1990). *The adaptive character of thought*. Hillsdale, NJ: LEA.

Anderson, J.R. (1993). *Rules of the mind*. Hillsdale, NJ: LEA.

Anderson, J.R., y Schunn, C.D. (2000). Implications of the ACT-R learning theory: No magc bullets. En R. Glaser (Ed.), *Advances in instructional psychology: Educational design and cognitive science*. Vol. 5 (pp. 1-33). Mahwah, NJ: LEA.

Árnáiz, P., y Castejón, J.L. (2001). Towards a change in the role of support teacher in the Spanish Education System. *European Journal of Special Needs Education*, 16(2), 99-110.

Arts, J.A., Gijselaers, W.H., y Boshuizen, H.P.A. (2000). Expertise development in managerial sciences: The use of knowledge types in problem solving. Trabajo presentado en el *Annual Meeting of the American Educational Research Association*, Nueva Orleans, 24-28 de Abril, 2000.

Asam, A. (2003). School experience course with multimedia in teacher education. *Journal of computer assisted learning*, 19(1), 21-34.

Atherton, M, Zhuang, J; Bart, WM; Hu, X; He, S (2003) A functional MRI study of high-level cognition I the game of chess. *Brain Research*.

Cognitive Brain Research. 16 (1), 26-31.

Ausubel, D.P. (1968). *Educational psychology: A cognitive view*. Nueva York: Holt (Traducción castellana: *Psicología educativa: Un punto de vista cognoscitivo*. México: Trillas, 1976).

Baddeley, A.D. (1986). *Working memory*. Nueva York: Oxford University Press.

Baddeley, A.D. (1990). *Human memory: Theory and practice*. Boston, MA: Allyn y Bacon.

Bailo, A., y Carretero, M. (1996). Desarrollo del razonamiento y cambio conceptual en la comprensión de la flotación. In M. Carretero (Ed.), *Construir y enseñar: las ciencias experimentales* (pp. 77-106). Buenos Aires: Aique.

Bandura, A. (1977). Self-efficacy: Toward a unifying theory of behaviour change. *Psychological Review*, 84, 181-215.

Bandura, A. (1996). *Self-efficacy: The exercise of control*. Nueva York: Freeman.

Barab, S.A., y Hay, K. (2001). Doing science at the elbows of scientists: Issues related to the scientist apprentice camp. *Journal of Research in Science Teaching*, 38(1), 70-102.

Barab, S. A., y Kirshner, D. (2001). Guest editors introducing: Rethinking methodology in the learning sciences. *The journal of learning Sciences*, 10(1 y 2), 5-15.

Barab, S.A. y Plucker, J. A. (2002) Smart people or small context? Cognition, ability and talent development in an age of situated approaches to knowing and learning. *Educational Psychologist*, 37(3), 165-182.

Barab, S. A., Squire, K., y Dueber, B. (2000). Supporting authenticity though participatory learning. *Educational Technology Research and Development*, 48(2), 37-62.

Barca, A. (1999). *Manual del cuestionario de evaluación de procesos y estrategias de aprendizaje para el alumnado universitario*. Coruña: Revista Galego-Portuguesa de Psicoloxía e Educación.

Baron J, Granato l, Spranka M, Teubal E. (1993). Decision-making biases in children and early adolescents: exploratory studies. *Merril-Palmer Q*, 39(1), 22-46.

Bar-On, R., y Parker, J.D.A. (Eds.), (2000). *The handbook of emotional intelligence: Theory, development, assessment, and application at home, school, and in the workplace*. San Francisco, CA: Jossey-Bass Inc.

Baroody, A. y Dowker, A. (Eds.) (2003). *The development of arithmetic concepts and skills: constructing adaptative expertise*. Mahwah, NJ, US: Lawrence Erlbaum Associates.

Baroody, A. (2003). The development of adaptative expertise and flexibility: the integration of conceptual and procedural knowledge. En Baroody y Dowker (Eds.). *The development of arithmetic concepts and skills: constructing adaptative expertise. Studies in mathematical thinking and learning* (pp. 1-33). Mahwah, NJ, US: Lawrence Erlbaum Associates.

Beail, S. (1985). *Repertory grid technique and personal constructs. Applications in clinical and educational settings*. Londres: Croon Helm.

Beckman, J.F., y Guthke, J. (1995). Complex problem solving, intelligence, and learning. En P.A. Frensch y J. Funke (Eds.), *Complex problem solving. The european perspective* (pp. 177-200). Hillsdale, NJ: LEA.

Bedard, J., y Chi, M.T.H. (1993). Expertise in auditing. *Auditing*, 12, 1-25.

Bennet y colaboradores (2003). Forum report: Issues in the evaluation of diagnostic test, use of historical control, and merits of the current multicenter collaborative groups. *Clinical infectious diseases*. 36 Suppl. 3, S123-S127.

Bentler, P.M. (1993). *EQS. Structural Equations Program Manual*. Los Angeles, CA: BMDP Statistical Software, Inc.

Bentler, P.M., y Dudgeon, P. (1996). Covariance structure analysis: statistical practice, theory and directions. *Annual Review of Psychology*, 47, 563-592.

Bereiter C, Scardamalina M. (1987). *The psychology of Written Composition*. Hilsdale, NJ: Erlbaum.

Berliner, D. (1988). *The Development of Expertise in Pedagogy*. American Association of Colleges for Teacher Education, Washington, District Of Columbia.

Berliner, D.C. (1988). The development of expertise in pedagogy. Comunicación presentada al *Meeting of the American Association of Colleges for Teacher Education*, Nueva Orleans, 1988.

Bermejo, M.R., Castejón, J.L., y Sternberg, R.J. (1996). Insight in children with high intelligence level. *FAISCA*, 4, 85-94.

Berry, E.C., y Broadbent, D.E. (1984). On the relationship between task performance and associated verbalizable knowledge. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 36(A), 209-231.

Bielaczyc, K., y Collins, A. (1999). Comunidades de aprendizaje en el aula: una reconceptualización de la práctica de la enseñanza. En C.M. Reigeluth (Ed.), *Diseño de la instrucción. Teorías y modelos. Un nuevo*

paradigma de la teoría de la instrucción (pp. 279-304). Madrid: Santillana/Aula XXI.

Bielaczyc, K., Pirolli, P. y Brown, A.L. (1994). Training in self-explanation and self-regulation strategies: investigating the effects of knowledge acquisition activities on problem solving. *Cognition and Instruction*, 8, 24-43.

Biemans, H.J.A. (1997). *Fostering activation of prior knowledge and conceptual change*. Doctoral dissertation. Nijmegen, The Netherlands: University of Nijmegen.

Biendaus, H., Deel, D., Simons, P. (2001). Differences between successful and less successful students while working with the CONTACT-2 strategy. *Learning and Instruction*. Vol. 11 (4-5) pp. 265-282.

Biggs, J.B. (1987,a). *Student approaches to learning and studying*. Hawthorn, Victoria: Australian Council for Educational Research.

Biggs, J.B. (1987,a). *Study Process Questionnaire (SPQ)*. Hawthorn, Victoria: Australian Council for Educational Research.

Blickensderfer, E., Cannonn-Bowers, J.A., Salas, E., y Baker, D. (2000). Analyzing knowledge requirements in team tasks. En J.M. Schraagen, y S.F. Chipman (Eds.), *Cognitive tasks analysis* (pp. 431-447). Mahwah, NJ: LEA.

Bloom, B.S. (Ed.), (1985). *Developing talent in young people*. Nueva York: Ballantine.

Bolan, C. M. (2003). Incorporating the experimental learning theory into the instruction design of online courses. *Nurse Educator*, 28(1), 10-14.

Boose, J.H., y Bradshaw, J.M. (1999). Expertise transfer and complex problems: Using AQUINAS as a knowledge acquisition workbench for knowledge based systems. *International Journal of Human Computer Studies*, 51(2), 453-478.

Bransford, J.D., Brown, A.L., Cocking, R.R., Donovan, M.Z., y Pellegrino, J.W. (Eds.), (2000). *How people learn. Brain, mind, experience, and school.* Washington, DC: National Academy Press.

Bransford, J.D., Stein, B.S., Shelton, T.S., y Owings, R.A. (1981). Cognition and adaptation: The importance of learning to learn. En J.H. Harvey (Ed.), *Cognition, social behavior, and the environment* (pp. 93-110). Hillsdale, NJ: LEA.

Brennan, R.L. (1984). Estimating the dependability of the scores. En R. Berk (Ed.), *A guide to criterion referenced test construction*. Baltimore: Johns Hopkins University Press.

Brewer, W. F. y Samarapungavan, A. (1991), "Child theories versus scientific theories: Differences in reasoning or differences in knowledge?". En R.R. Hoffman y D.S. Palermo (comps.), *Cognition and the symbolic process: applied and ecological perspectives*, (99. 209-232) Hillsdale NJ, Lawrence Erlbaum.

Bronfenbrenner, U., y Ceci, S. (1994). Nature-nurture reconceptualized in developmental perspective: A bioecological model. *Psychological Review*, 101, 568-586.

Brown AL, Ash D, Rutherford M, Nakagawa K, Gordon A, Campione JC. (1993). Distributed expertise in the classroom. In *Distributed Cognitions*, ed. G Salomon, (pp. 188-228). New York: Cambridge Univ. Press.

Brown, J. S., Collins, A. y Duguid P. (1988). *Situated Cognition and the Culture of Learning*. Tech. Rep. No. IRL 88-0088. Institute for Research

on Learning, Palo Alto.

Brownn, J.S., Collins, A., y Duguid, P. (1989). Situated cognition and the culture of learning. *Educational Researcher*, 18(1), 32-42.

Burbules NC, Linn MC. (1988). Response to contradiction: scientific reasoning during adolescence. *J.Educ. Psychol.* 80(1): 67-75.

Caravita, S. y Hallden, O. (1994), “Re-framing the problem of conceptual change”, *Learning and Instruction*, 4 (1), 89-111.

Carey, S. (1985), *Conceptual change in childhood*, Cambridge, MA, MIT Press.

Carey, S. (1991), “Knowledge acquisition, enrichment or conceptual change?”. En S. Carey y R. Gelman (comps.), *The epigenesis of mind; essay on biology and cognition*, Hillsdale NJ, Lawrence Erlbaum.

Carmines, E.G., y Zeller, R.A. (1979). *Reliability and validity assessment.* Londres: Sage Publ.

Carretero, M. (1993), *Constructivismo y educación*, Madrid, Edelvives.

Carretero, M., Jacott, L., López-Manjón, A. Y León, J.A. (1994), “Historical Knowledge: Cognitive and Instructional implications”, en M. Carretero y J.F. Voss (comps.), *Cognitive and Instructional Processes in Historical and the Social Science*, Hillsdale NJ, Lawrence Erlbaum.

Carretero, M y Limón, M. (1997). Problemas actuales del constructivismo. De la teoría a la practica. En: Rodrigo y Arnay (comps.) *La construcción del conocimiento escolar*. (pp. 137-153). Barcelona. Paidós.

Carretero, M. y Voss, J.F. (1994) (comps.), *Cognitive and Instructional Processes in Historical and the Social Science*, Hillsdale NJ, Lawrence

Erlbaum.

Castejón, J.L. (1994). Estabilidad de diversos índices de eficacia de centros educativos. *Revista de Investigación Educativa*, 24(2), 45-60.

Castejón, J.L. (1996). *Determinantes del rendimiento académico de los estudiantes y de los centros educativos. Modelos y factores*. Alicante: Ediciones Club Universitario.

Castejón, J.L. (1997,a). *Introducción a los métodos y técnicas de investigación y obtención de datos en psicología*. Alicante: Ediciones Club Universitario.

Castejón, J.L. (1997,b). Acercamientos metodológicos al análisis y representación del conocimiento. *Revista de Psicodidáctica*, 3, 5-23.

Castejón, J.L. (1999). El análisis de tareas en el diseño de la instrucción. En J. Beltrán y C. Genovard (Eds.), *Psicología de la instrucción II. Áreas curriculares* (pp. 214-256). Madrid: Síntesis.

Castejón, J.L. (2001). *Introducción a la psicología de la instrucción*. Alicante: Ediciones Club Universitario.

Castejón, J.L., y Martínez, M.A. (2001). The personal constructs of expert and novice teachers concerning the teacher function in the Spanish educational reform. *Learning and Instruction*, 11, 113-131.

Castejón, J.L., Navas, L., Sampascual, G., y Griñán, M. (1999). *Evaluación de los aprendizajes en el área de Ciencias Sociales, Geografía e Historia de la Educación Secundaria Obligatoria*. Alicante: Ediciones Club Universitario.

Castejón, J.L., Navas, L., y Sampascual, G. (1993). Investigación sobre eficacia de centros de enseñanza secundaria. Un modelo de identificación y funcionamiento. *Revista de Educación*, 301, 221-244.

Castejón, J.L., y Navas, L. (1992). Determinantes del rendimiento académico en la enseñanza secundaria. Un modelo causal. *Análisis y Modificación de Conducta*, 18(61), 697-730.

Castejón, J.L., y Pascual, J. (1989). Evaluación de la estructura cognitiva y del cambio conceptual producido por la instrucción. *Revista de Psicología Universitas Tarraconensis*, XI(1), 139-154.

Castejón, J.L., y Pascual, J. (1990). Conocimiento y organización del contenido en la enseñanza de las matemáticas. Barcelona: Comunicación presentada en el *VIII Congreso Nacional de Psicología*.

Ceci, S. J. (1990). *On intelligence-more or less: A bio-ecological treatise on intellectual development*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.

Ceci, S. (1996). *On intelligence. A bioecological treatadise on intellectual development. (Expanded edition)*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

Ceci, S. (1999). Schooling and intelligence. En S. Ceci y W. Williams (Eds.), *The nature-nurture debate: The essential readings* (pp. 167-175). Malden, MA: Blackwell Publishers Inc.

Ceci, S. (2000). So near and yet so far: Lingering questions about the use of measures of general intelligence for college admission and employment screening. *Psychology, Public Policy and Law*, 6(1), 233-252.

Ceci, S., y Liker, J. (1986). A day at the races: A study of IQ, expertise and complexity. *Journal of Experimental Psychology: General*, 115, 255-266.

Ceci, S., y Liker, J. (1988). Stalking the IQ-expertise relationship: When the critics go fishing. *Journal of Experimental Psychology: General*, 117, 96-100.

Ceci, S., y Ruiz, A. (1992). The role of general ability in cognitive

complexity: A case study of expertise. En R.R, Hoffman (Ed.), *The psychology of expertise. Cognitive research and empirical AI* (pp. 218-232). Hillsdale, NJ: LEA.

Chambliss, M. J. y Calfee, R. C. (1989). Designing science textbooks to enhance student understanding. *Educational Psychologist*, 24, 307-22.

Chan, C., Burtis, J., y Brereiter, C. (1997). Knowledge building as a mediator of conflict in conceptual change. *Cognition and Instruction*, 15, 1-40.

Chao, C.J., Salvendy, G., y Lightner, N.J. (1999). Development of a methodology for optimizing elicited knowledge. *Behaviour y Information Technology*, 18(6), 413-430.

Charness, N. (1976). Memory for chess positions: Resistance to interference. *Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory*, 2, 641-653.

Charness, N. (1979). Components of skill in bridge. *Canadian Journal of Psychology*, 33, 1-16.

Charness, N. (1991). Expertise in chess: the balance between knowledge and search. En K.A. Ericsson y J. Smith (Eds.), *Toward a general theory of expertise. Prospects and limits* (pp. 39-63). Nueva York. Cambridge University Press.

Charness, N., y Schultetus, R.S. (1999). Knowledge and expertise. En F.T. Durso (Ed.), *Handbook of applied cognition* (pp. 57-82). Nueva York: Wiley.

Chase, W.G., y Ericsson, K.A. (1981). Skilled memory. En J.R. Anderson (Ed.), *Cognitive skills and their acquisition* (pp. 141-189). Hillsdale, NJ: LEA.

Chase, W.G., y Ericsson, K.A. (1982). Skill and working memory. *The*

Psychology of Learning and Motivation, 16, 1-58.

Chase, W.G., y Simon, H.A. (1973). Perception in chess. *Cognitive Psychology*, 4, 55-81.

Chase, W.G., y Simon, H.A. (1979). Perception in chess. En H.A. Simon (Ed.), *Models of thought* (pp. 386-403). New Haven, CT: Yale University Press.

Chi, M.T.H. (1978). Knowledge structures and memory development. En R.S. Siegler (Ed.), *Children's thinking: What develops?* (pp. 73-96). Hillsdale, NJ: LEA.

Chi, M.T.H. (1985). Changing conception of sources of memory development. *Human Development*, 28, 50-56.

Chi, M.T.H. (1987). Representing knowledge and metaknowledge: implications for interpreting memory research. En F. Weinert y R. Kluwe (Eds.), *Metacognition, motivation and understanding* (pp. 239-266). Hillsdale, NJ: LEA.

Chi, M.T.H. (1992). Conceptual change within and across ontological categories: Examples from learning and discovery in science. En R.N. Giere (Ed.), *Cognitive models of science* (pp.129-186). Minneapolis, MN: University of Minnesota Press Minnesota Studies in the Philosophy of Science.

Chi, M.T.H. (1993).Barriers to conceptual change in learning science concepts: A theoretical conjecture. In *Proceedings of the fifteenth Annual Cognitive Science Society Conference, Boulder*.

Chi, M.T.H. (1997). Creative: Shifting across ontological categories flexibly. In T. B. Ward, S. M. Smith, y J. Vaid (Eds.), *Creative thought: an investigation of conceptual structures and processes* (pp. 209-234).

Washington, DC: American Psychological Association.

Chi, M.T.H. (2000). Self-explaining: The dual processes of generating inference and repairing mental models. En R. Glaser (Ed.), *Advances in instructional psychology: Educational design and cognitive science*. Vol. 5 (pp. 161-238). Mahwah, NJ: LEA.

Chi, M.T.H., Bassok, M., Lewis, M., Reimann, P., y Glaser, R. (1989). Self-explanations: how students study and use examples in learning to solve problems. *Cognitive Science*, 15, 145-182.

Chi, M.T.H., y Ceci, S. (1987). Content knowledge: Its restructuring with memory development. En H.W. Reese and L. Lipsett (Eds.), *Advances in Child Development and Behaviour*, 20, 91-146.

Chi, M.T.H., de Leeuw, N., Chiu, M.H., y LaVancher, C. (1994). Eliciting self-explanations improves understanding. *Cognitive Science*, 18, 439-477.

Chi, M.T.H., Feltovich, P.J., y Glaser, R. (1981). Categorization and representation of physics problems by experts and novices. *Cognitive Science*, 5, 121-152.

Chi, M.T.H., Glaser, R., y Farr, M.J. (Eds.), (1988). *The nature of expertise*. Hillsdale, NJ: LEA.

Chi, M.T.H., Glaser, R., y Rees, E. (1982). Expertise in problem solving. En R.J. Sternberg (Ed.), *Advances in the psychology of human intelligence* (pp. 7-77). Hillsdale, NJ: LEA.

Chi, M.T.H., y Slotta, J.D. (1993). The ontological coherence of intuitive physics. *Cognition and Instruction*, 10, 249-260.

Chi, M.T., Slotta, J., y Leeuw, W. (1994). From things to process: a theory of conceptual change for learning concepts. *Learning and Instruction*, 4(1), 45-69.

Chi, M.T.H., y VanLehn, K. (1991). The content of physics self-explanations. *Journal of Learning Science*, 1, 69-105.

Chiesi, H.L., Spilisch, G.J., y Voss, J.F. (1979). Acquisition of domain-related information in relation to high and low domain knowledge. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behaviour*, 18, 257-273.

Chillarege, K., Nordstrom, C. y Williams, K. (2003). Learning from ours mistakes: error management training for mature learners. *Journal of business and psychology*. Vol. 17(3), 369-385.

Chinn, C.A., y Brewer, N.F. (1993). The role of anomalous data in knowledge acquisition: a theoretical framework and implications for science education. *Review of Educational Research*, 63 (1), 623-654.

Chollet, S., y Valentin, D. (2000). Le degre d'expertise a-t-il une influence sur la perception olfactive?. Quelques elements de response dans le domain du vin. *Annee Psychologique*, 100(1), 11-36.

Clermont, C.P. (1994). Comparative study of the pedagogical content knowledge of experienced and novice chemical demonstrators. *Journal of Research in Science Teaching*, 31(4), 419-441.

Cobb, P. (1994). Where is the mind? Constructivist and sociocultural perspectives on mathematical development. *Educational Researcher*, 23 (7), 13-20.

Cognition and Technology Group at Vanderbilt (1990). Anchored instruction and its relationship to situated cognition. *Educ. Res*. 19(5), 2-10.

Cognition and Technology Group at Vanderbilt- (2000) Adventures in anchored instruction: Lessons from beyond the ivory tower. En R. Glaser (Ed.), *Advances in instructional psychology: Educational design and*

cognitive science, Vol. 5 (pp. 35-99). Mahwah, NJ: LEA.

Cohen, J., y Cohen, P. (1983). *Applied multiple regression correlation analysis for the behavior sciences*. Hillsdale, NJ: LEA.

Coirier P, Golder C. (1993). Writing argumentative text: a developmental study of the acquisition of supporting structures. *Eur. J. Psychol. Educ*. 8(2), 169-81.

Colonia-Willner, R. (1998). Practical intelligence at work: relationship between aging and cognitive efficiency among managers in a bank environment. *Psychology and Aging*, 13, 45-57.

Colonia-Willner, R. (1999). Investing in practical intelligence: Ageing and cognitive efficiency among executives. *International Journal of Behavioral Development*, 23(3), 591-614.

Cooke, N.J. (1994). Varieties of knowledge elicitation techniques. *International Journal of Human Computer Studies*, 41, 801-849.

Cooke, N.J. (1999). Knowledge elicitation. En F.T. Durso (Ed.), *Handbook of applied cognition* (pp. 479-510). Nueva York: Wiley.

Cooke, N.J., Durso, F.T., y Schvaneveldt, R.W. (1986). Recall and measures of memory organization. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 12, 538-549.

Cooke, N.J., Kiekel, P.A. y Helm, E.E. (2001) Measuring team knowledge during skill acquisition of a complex task. *International Journal of Cognitive Ergonomics*, 5(3), 297-315.

Cooke, N.J., Salas, E., Cannon-Bowers, J.A., y Stout, R.J. (2000). Measuring team knowledge. *Human Factors*, 42(1), 151-173.

Cooke, N.J., y Schvaneveldt, R.W. (1988). Effects of computer

programming experience on network representations of abstract programming concepts. *International Journal of Man-Machine Studies*, 29, 407-427.

Cope, P., Cuthberyson, P., Stoddart, B. (2000). Situated learning in the practice placement. *Journal of advanced nursing,* 31(4), 850-856.

Cosyn, E., y Thiery, N. (2000). A practical procedure to build a knowledge structure. *Journal of Mathematical Psychology*, 44(3), 383-407.

Coughlin, L.D., y Patel, V.L. (1987). Processing of critical information by physicians and medical students. *Journal of Medical Education*, 62, 818-828.

Covington, M.V. (2000). Goal theory, motivation, and school achievement: An integrative review. *Annual Review of Psychology*, 51, 171-200.

Crocker, L., y Algina, J. (1986). *Introduction to classical and modern test theory*. Nueva York: Holt, Rinehart y Winston.

Cronbach, J.L., (1951). Coefficient alpha and the internal structure of tests. *Psychometrika*, 16, 297-334.

Cronbach, J.L., Gleser, G.C., Nanda, H., y Rajaratnam, N. (1972). *The dependability of behaviour measurement: Theory of Generalizability for scores and profiles*. Nueva York: Wiley.

Cronbach, J.L., Rajaratnam, N., y Gleser, G.C. (1963). Theory of generalizability: a liberation of reliability theory. *British Journal of Mathematical and Statistical Psychology*, 46, 137-163.

Cronbach, J.L., y Snow, R.E. (1977). *Aptitudes and instructional methods: A handbook for research on interactions*. Nueva York: Irvington.

Crowley, R S; Naws, G J, Steward, J ; Friedman, G P (2003)

Development of visual Diagnostic Expertise in Pathology an information-processing study. Journal of the American Medical Informatics Association J A M I A, 10 (1), 39-51.

Cummins DD, Kintsch W, Resseur K, Weimer R. (1988). The role of understanding in solving word problems. *Cogn. Psychol.* 20(4), 405-38.

D`Odorico L, Zammuner V. 1993. The influence of using a word processor on children's story writing. *Eur. J. Psychol, Educ.* 8(1): 51-64.

Dabbagh, N. (2002). Assessing complex problem-solving skills and knowledge assembly using web-based hypermedia design. *Journal of educational multimedia and hypermedia*, 11(4), 291-322.

Darlington, R.B. (1990). *Regression and linear models*. Nueva York: MCGraw-Hill.

Das, J. P., Naglieri, J. A., y Kirby, J. R. (1994). *Assessment of cognitive processes: The PASS theory of intelligence*. Boston: Allyn y Bacon.

Dawes, R, M; Faust, D; y Schavaneveidt, R, W. (1989). Clinical versus actuarial judgement. *Science*, 243, 1668-1674.

Day, E, A; Arthur, W; Gettman, D. (2001). Knowledge structures and the acquisition of a complex skill. *Journal of Applied Psychology*, 86(5), 1002-1033.

De Bono, E. (1968). *New think: The use of lateral thinking in the generation of new ideas*. Nueva York: Basic.

De Corte, E. (2000). Marrying theory building and the improvement of school practice: a permanent challenge for instructional psychology. *Learning and Instruction*, 10(3), 249-266.

De Corte, E., Greer, B. y Verschaffel, L. (1996). Mathematics teaching.

In D. C. Berliner y R. C. Calffe (Eds), *Handbook of Educational Psychology* (pp. 491-549). NY: Macmillan.

De Corte, E., Verschaffel, L., Entwistle, N. y Van Merrinboer, J. (2003). *Powerful learning environments*. UK. Pergamon.

De Groot, A.D. (1946/1965). *Het denken van den schaler* [The chess player's thought processes]. Amsterdam: Noord Hollandsche.

De Groot, A.D. (1978). *Thought and choice in chess*. The Hague, ND: Mouton (Trabajo original publicado en 1946).

De Groot, A.D., y Gobet, F. (1996). *Perception and memory in chess: Heuristics of the professional eye*. Assen, The Netherlands: Van Gorcum.

De Groot, E. V. (2002). Learning through interviewing: students and teachers talk about learning and schooling. *Educational psychologist*, 37(1), 41-52.

De Jong, T., y Ferguson-Hessler, M.G.M. (1986). Cognitive structures of good and poor novice problem solvers in Physics. *Journal of Educational Psychology*, 78(4), 279-288.

De Vega, M. (1998). La psicología cognitiva: ensayo sobre un paradigma en transformación. *Anuario de Psicología*, 29(2), 21-44.

Dearholt, D.W., y Schvaneveldt, R.W. (1990). Properties of Pathfinder Networks. En R.W. Schvaneveldt (Ed.), *Pathfinder associative networks. Studies in knowledge organization* (pp. 1-30). Norwood, NJ: Ablex Publishing Corp.

Deese, J. (1965). *The structure of association in language and thought.* Baltimore: The Johns Hopkins Press.

Dewey, J. (1938). *Experience and education*. New York: Collier

MacMillan

Dijkstra, S. (1988). The development of the representation of conceptual knowledge in memory and the design of instruction. *Instructional Science*, 17(4), 339-350.

Dijkstra, S. (1990). The description of knowledge and skills for the purpose of instruction. En S. Dijkstra, B.H.A. Van Hout y P. C. Van Sijde (Eds.), *Research on instruction. Design and effects* (pp. 155-176). Englewood Cliffs, NJ: Educational Technology Pub.

Disessa, A.A. (1988), " Knowledge in pieces". En G. Forman y P.B. Pufall (comps.), *Constructivism in the computer age*, Hillsdale NJ, Lawrence Erlbaum.

Disessa, A.A. (1993), "Towards an epistemology of physics", *Cognition and Instruction*, 10 (2-3), 105-225.

Doll, J., y Maryr, U. (1987). Intelligence and achievement in chess. A study of chess masters. *Psychologische Beiträge*, 29, 270-289.

Donald, J. (1987). Learning schemata: methods of representing cognitive content and curriculum structures in higher education. *Instructional Science*, 16, 187-211.

Dörner, D., Kreuzig, H., Reirher, F., y Stäudel, T. (1983). *On dealing with uncertainty and complexity*. Berna, Suiza: Hans Huber.

Dörner, D., y Pfeifer, E. (1993). Strategic thinking, strategics errore, stress, and intelligence. *Sprache y Kognition*, 11, 75-90.

Dorsey, D.W., Campbell, G.E., Foster, L.L., y Miles, D.E. (1999). Assessing knowledge structures: relations with experience and posttraining performance. *Human Performance*, 12(1), 31-57.

Drake, C., y Palmer, C. (2000). Skill acquisition in music performance: Relations between planning and temporal control. *Cognition*, 74(1), 1-32.

Dreyfus H. L. y Dreyfus S. E. (1986). M*ind Over Machine: The Power of Human Intuition and Expertise in the End of the Computer*. Basil Blackwell, Oxford.

Dreyfus, A., Jungwirth, E., y Eliovitch, R. (1990). Applying the “cognitive conflict” strategy for conceptual change-some implications, difficulties and problems. *Science Education*, 74, 555-569.

Driver, R., Guesne, E., y Tiberghien (1989). *Ideas científicas en la infancia y la adolescencia*. Madrid: Morata.

Duit, R. (1991). On the role of analogies and metaphors in learning science. *Science Education*, 20, 1241-1257.

Duit, R. (1994), “Conceptual change. Approaches in science education” (*paper* presentado en el Symposium of Conceptual Change, Universidad de Jena, Alemania, septiembre de 1994)

Duit, R. (1999), Conceptual change approaches in science education. En W. Schnotz, S. Vosniadou y M. Carretero (Eds.), *New perspectives on conceptual change* (pp. 263-282). Amsterdam: Pergamon.

Duit, R., Roth, W., Komorek, M., y Wilbers, J. (2001). Fostering conceptual change by analogies between Scylla and Charybdis. *Learning and Instruction*. 11, 283-303.

Dunker, K. (1945). On problem solving. *Psychological Monograph*s, 58, nº 270.

Dweck, C. S. (1989). Motivation. En A. Lesgold y R. Glaser (Eds), *Foundations for a Psychology of education* (pp. 87-136). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.

Early, C.E. (1999). Expertise acquisition in auditing: Training novice auditors to recognize cue relationships in real estate valuation. *Dissertation Abstracts International-Section-A: Humanities and Social Sciences*, Vol. 59 (9-A): 3529.

Elashoff, J.D. (1999). *nQuery Advisor Version 3.0 User's guide*. Los Angeles, CA: Statistical Solutions, Ltd.

Elk, C. J., Ware, F. N. y Williams, P. G. (2003). Coteaching in a science methods course. A situated model of becoming a teacher. *Journal of teacher education*, 54(1), 74-85.

Elshout, J.J. (1983). Is measuring intelligence still useful?. En S.B. Anderson y J.S. Helmick (Eds.), *On educational testing* (pp. 45-56). San Francisco: Jossey-Bass.

Embiricos, A.M.T. (1999). The effects of content knowledge and strategies on memory development among 4- and 6-year old children. *Dissertation Abstracts International: Section B: The Sciences and Engineering*. Vol. 59(7-B): 3731.

Ericsson, K.A. (1998). The scientific study of expert performance: General implications for optimal learning and creativity. *High Ability Studies*, 9, 75-100.

Ericsson, K.A. (1999). Creative expertise as superior reproductible performance: Innovative and flexible aspects of expert performance. *Psychological Inquiry*, 10(4), 329-361.

Ericsson, K.A., Krampe, R.T., y Tesch-Römer, C. (1993). The role of deliberate practice in the acquisition of expert performance. *Psychological Review*, 100, 363-406.

Ericsson, K.A., Patel, V., y Kintsch, W. (2000). How experts adaptations to

representative task demands account for the expertise effect in memory recall: Comment on Vicente and Wang (1998). *Psychological Review*, 107(3), 578-592.

Ericsson, K.A., y Charness, N. (1994). Expert performance: Its structure and acquisition. *American Psychologist*, 49, 725-747.

Ericsson, K.A., y Charness, N. (1995). Expert performance: Its structure and acquisition: Reply to Gardner (Abilities evidence for talent or characteristics acquired through engagement in relevant activities? *American Psychologist*, 50(9), 803-804.

Ericsson, K.A., y Delaney, P.F. (1999). Long-term working memory as an alternative to capacity models of working memory in everyday skilled performance. En A. Miyake y P. Shah (Eds.), *Models of working memory: Mechanisms of active maintenance and executive control* (pp. 257-297). Nueva York: Cambridge University Press.

Ericsson, K.A., y Kintsch, W. (1995). Long-term working memory. *Psychological Review*, 102, 211-245.

Ericsson, K.A., y Kintsch, W. (2000). Shortcomings of generic retrieval structures with slots of the type that Gobet (1993) proposed and modelled. *British Journal of Psychology*, 91, 571-590.

Ericsson, K.A., y Lehmann, A.C. (1996). Expert and exceptional performance: Evidence on maximal adaptations on task constraints. *Annual Review of Psychology*, 47, 273-305.

Ericsson, K.A., y Oliver, W. (1989). Methodology for laboratory research on thinking: Task selection, collection of observation and data analysis. En R.J. Sternberg y E.E. Smith (Eds.), *The psychology of human thought* (pp. 392-428). Nueva York: Cambridge University Press.

Ericsson, K.A., y Polson, P.G. (1988). A cognitive analysis of exceptional memory for restaurant orders. En M.T.H. Chi, R. Glaser y M.J. Farr (Eds.), *The nature of expertise* (pp. 23-70). Hillsdale, NJ: LEA.

Ericsson, KA., y Simon, H.A. (1980). Verbal reports as data. *Psychological Review*, 87, 215-251.

Ericsson, K.A., y Simon, H.A. (1984). *Protocol analysis: Verbal reports as data*. Cambridge, MA: MIT Press.

Ericsson, K.A., y Simon, H.A. (1993). *Protocol analysis: Verbal reports as data* (Rev. Ed.). Cambridge, MA: MIT Press.

Ericsson, K.A., y Simon, H.A. (1998). How to study thinking in everyday life: Contrasting think-aloud protocols with descriptions and explanations of thinking. *Mind, Culture and Activity*, 5(3), 178-186.

Ericsson, K.A., y Smith, J. (1991). Prospects and limits of the empirical study of expertise: an introduction. En K.A. Ericsson y J. Smith (Eds.), *Toward a general theory of expertise. Prospects and limits* (pp. 1-38). Nueva York: Cambridge University Press.

Etelaepelto, A. (2000). Contextual and strategic knowledge in the acquisition of design expertise. *Learning and Instruction*, 10(2), 113-136.

Eylon, B., y Linn, M.C. (1988). Learning and instruction: an examination of four research perspective in science education. *Review of Educational Research*, 58 (3), 251-301.

Feigenbaum, E.A., y Simon, H.A. (1962). A theory of the serial position effect. *British Journal of Psychology*, 53, 307-320.

Feltovich, P.J., Johnson, P.E., Moller, J.H., y Swanson, D.B. (1984). LCS: the role and development of medical knowledge in diagnostic expertise. En W.J. Clancey y E.H. Shortcliffe (Eds.), *Readings in medical artificial*

intelligence (pp. 275-319). Reading, MA: Addison-Wesley.

Fernandez C, Yoshida M, Stigler JW. (1992). Learning mathematics from classroom instruction: on relating lessons to pupil's interpretations. *J. Learn. Sci.* 2(4), 333-65.

Ferrari, M. (1999). Influence of expertise on the intentional transfer of motor skill. *Journal of Motor Behaviour*, 31(1), 79-85.

Fillenbaum, S., y Rapoport, A. (1971). *Structures in the subjective lexicon*. Nueva York: Academic Press.

Fitts, P.M. (1964). Perceptual-motor skill learning. En A.W. Melton (Ed.), *Categories of human learning* (pp. 243-285). Nueva York: Academic Press.

Fitts, P.M., y Posner, M.I. (1967). *Human performance*. Monterey, CA: Brooks/Cole.

Flavell, J.H. (1970). Development studies of mediated memory. En L. Reese (Ed.), *Advances in child development and behavior*. Vol. 5. Nueva York: Academic Press.

Fogel, D. y Robinson, C. (Eds.) *Computational intelligence beyond 2001 : the experts speak*. Hoboken: John Wiley y Sons.

Fowlkes, J.E., Salas, E., Baker, D.P., Cannonn-Bowers, J.A., y Stout, E.J. (2000). The utility of event-based knowledge elicitation. *Human Factors*, 42(1), 24-35.

Fransella, F., y Bannister, D. (1977). *A manual for repertory grid technique*. Londres: Academic Press.

Frederiksen, C.H., y Breuleux, A. (1990). Monitoring cognitive processing in semantically complex domains. En N. Frederiksen, R. Glaser, A. Lesgold y M. Shafto (Eds.), *Diagnostic monitoring of skill and knowledge*

acquisition (pp. 351-391). Hillsdale, NJ: LEA.

French, K.E., y McPherson, S.L. (1999). Adaptations in response selection processes used during sport competition with increasing age and expertise. *International Journal of Sport Psychology*, 30(2), 173-193.

Frensch, P.A., y Funke, J. (1995). Definitions, traditions, and a general framework for understanding complex problem solving. En P.A. Frensch y J. Funke (Eds.), *Complex problem solving. The european perspective* (pp. 3-26). Hillsdale, NJ: LEA.

Friendly, M. (1979). Methods for finding grafic representations of associative memory structures. En C.R. Puff (Ed.), *Memory organization: research and theory* (pp. 85-130). Nueva York: Academic Press.

Funke, J. (1995). Experimental research on complex problem solving. En P.A. Frensch y J. Funke (Eds.), *Complex problem solving. The european perspective* (pp. 243-268). Hillsdale, NJ: LEA.

Gagne, R, M y Glaser, R. (1987). Foundations in learning research. En R. M. Gagne (Ed.). I*nstructional technology: Foundations* (pp. 49-83). Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Gaines, B.R., Shaw, M.L.G. (1997). Knowledge acquisition, modelling, and inference through the World Wide Web. *International Journal of Human-Computer Studies*, 46, 729-759.

Galton, F. (1979). *Hereditary genius: An inquiry into its laws and consequences*. Londres: Julian Friedman Publishers (Publicación original de 1869).

García, J.A. (1997). Estrategias de aprendizaje en alumnos de altas habilidades. *Tesis doctoral no publicada*. Universidad de Murcia. Facultad de Educación.

García-Madruga, J.A., y Fernández-Corte, T. (1999). Learning complex historical knowledge at high school: The role of working memory. *Analise Psicologica*, 17(2), 241-252.

Gardner, H. (1983). *Frames of mind: The theory of multiple intelligences*. New York: Basics Books.

Gardner, H. (1993). *Creating minds*. Nueva York: Basic. (Traducción castellana con el título: *Mentes creativas*. Barcelona: Paidós).

Gardner, H. (1995). Expert performance: Its structure and adquisition: Comment (Why would anyone become an expert?). *American Psychologist*, 50(9), 802-803.

Gardner, H (2003) Three distinct meanings of intelligence. En Sternberg, RJ. y colaboradores (2003) Models of Intelligence: International perspectives (pp. 43-54) Washington, DC, US: APA

Garret, H. E. (1971). *Estadística en psicología y educación*. Buenos Aires: Paidós.

Garskoff, B.E., y Houston, J.P. (1963). Measurement of verbal relatedness: An idiographic approach. *Psychological Review*, 70, 277-288.

Gauthier, I., Tarr, M.J., Anderson, A.W., Skudlarski, P. y Gore, J.C. (1999). Activation of middle fusiform “face area” increases with expertise in recognizing novel objects. *Nature-Neuroscience*, 2(6), 568-573.

Genest, M., y Turk, D.C. (1981). Think-aloud approaches to cognitive assessment. En T.V. Merluzzi, C.R. Glass y M. Genest (Eds.), *Cognitive assessment*. Nueva York: Academic Press.

Genovard, C. y Castelló, A. (1990). El límite superior. Aspectos psicopedagógicos de la excepcionalidad intelectual. Madrid. Pirámide.

Genovard, C. y Gotzens, C. (1990). Psicología de la instrucción. Madrid. Santillana.

Gibson, J.J. (1966). *The senses considered as perceptual systems*. Boston, MA: Houghton Mifflin.

Gilbert, J.K., Watts, D.M., y Osborne, R.J. (1985). Eliciting students view using an interview about instances technique. En L.H.T. West y A.L. Pines (Eds.), *Cognitive structure and conceptual change* (pp. 11-28). Orlando, Fl: Academic Press.

Gilhooly, K.J., Wood, M., Kinnear, P.R., y Green, C. (1988). Skill in map reading and memory for maps. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 40A, 87-107.

Gillan, D.J., y Schvaneveldt, R.W. (1999). Applying cognitive psychology: Bridging the gulf between basic research and cognitive artifacts. En F.T. Durso (Ed.), *Handbook of applied cognition* (pp. 3-33). Nueva York: Wiley.

Glaser, R. (1984). Education and thinking. The role of knowledge. *American Psychologist*, 39(2), 93-104.

Glaser, R. (1990). The reemergence of learning theory within instructional research. *American Psychologist*, 45, 59-39.

Glaser, R. (1991). The maturing of the relationship between the science of learning and cognition and educational practice. *Learning and Instruction*, 1(2), 129-144.

Glaser, R. (1996). Changing the agency for learning: Acquiring expert performance. En K.A. Ericsson (Ed.), *The road to excellence: The acquisition of expert performance in the arts and sciences, sports, and games* (pp. 303-311). Hillsdale, NJ: LEA.

Glaser, R. (Ed.), (2000). *Advances in instructional psychology: Educational*

design and cognitive science, Vol. 5. Mahwah, NJ: LEA.

Glasser, R. y Bassok, M. (1989) Learning theory and the study of instruction. *Annual review of Psychology*, 40, 631-666.

Glynn, S., Duit, R. y Thiele, R. (1996). Teaching science with analogies: a strategy for constructing knowledge. En S. Glynn, y R. Duit (Eds.), *Learning science in the school-research reforming practice* (pp. 247-273). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Gobet, F. (1993). A computer model of chess memory. En *Proceeding of the 15th Annual Meeting of the Cognitive Science Society* (pp. 463-468). Hillsdale, NJ: LEA.

Gobet, F. (1997). A pattern-recognition theory of search in expert problem solving. *Thinking and Reasoning*, 3, 291-313.

Gobet, F., y Simon, H.A. (1996). Recall of random and distorted positions: Implications for the theory of expertise. *Memory and Cognition*, 24, 493-593.

Gobet, F., y Simon, H.A. (1998). Expert chess memory: Revisiting the chunking hypothesis. *Memory*, 6, 225-255.

Goldman, S. (2003). Learning in complex domains: When and why do multiple representations helps?. *Learning and instruction*, 13(2), 239-244.

Goldman, S.R., Petrosino, A.J., y Cognition and Technology Group at Vanderbilt (1999). Design principles for instruction in content domains: Lessons from research on expertise and learning. En F.T. Durso, R.S. Nickerson, R.W. Schvaneveldt, S.T. Dumais, D.S. Lindsay y M.T.H. Chi (Eds.), *Handbook of Applied Cognition* (pp. 595-627). Nueva York: John Wiley y Sons.

Goldsmith, T.E., Johnson, P.J., y Acton, W.H. (1991). Assessing structural knowledge. *Journal of Educational Psychology*, 83(1), 88-96.

Gómez, R.L., Hadfield, O.D., y Housner, L.D. (1996). Conceptual maps and simulated teaching episodes as indicators of competence in teaching elementary mathematics. *Journal of Educational Psychology*, 86, 601-616.

Gonzalvo, P., Cañas, J., y Bajo, M.T. (1994). Structural representations in knowledge acquisition. *Journal of Educational Psychology*, 86, 601-616.

Gott, S.P., Hall, E.P., Pokorny, R.A., Dibble, E., y Glaser, R. (1993). A naturalistics study of transfer: Adaptative expertise in technical domains. En D.K. Detterman y R.J. Sternberg (Eds.), *Transfer on trial: Intelligence, cognition and instruction* (pp. 258-288). Norwood, NJ: Ablex.

Gott, S.P., y Lesgold, A.M. (2000). Competence in the workplace: How cognitive performance and situated instruction can accelerate skill acquisition. En R. Glaser (Ed.), *Advances in instructional psychology: Educational design and cognitive science*. Vol. 5 (pp. 239-327). Mawhah, NJ: LEA.

Graves, J.G. (1999). Emotional intelligence and cognitive ability: Predicting performance in job simulated activities. *Dissertation Abstracts International. Section B: The Sciences and Engineering*, 60(5-B), 2398.

Greene, S. (1993). The role of task in the development of academic thinking through reading and writing in a college history course. *Research in the Teaching of English*, 27, 46-75.

Greeno, J.G. (1978). Understanding and procedural knowledge in mathematics instruction. *Educational Psychologist*, 12(3), 262-283.

Greeno, J.G. (1980). Some examples of cognitive task analysis with instructional implications. En R. Snow, P. Federico y S. Montague (Eds.),

Aptitude, learning and instruction (vol. 2, pp. 1-21). Hillsdale, NJ: LEA.

Grigorenko, E., Jarvin, L. y Sternberg, R. J. (2002). School-based test of triarchic theory of intelligence: Three setting, three samples, three syllabi. *Contemporary educational psychology*, 27(2), 167-208.

Groen, G.J., y Patel, V.L. (1988). The relationship between comprehension and reasoning in medical expertise. En M.T.H. Chi, R. Glaser, y M.J. Farr (Eds.), *The nature of expertise* (pp. 287-310). Hillsdale, NJ: LEA.

Grotrer, TA y Perkins, DN (2002) Teaching Intelligence. En Sternberg, RJ. Handbook of intelligence. Cambridge University Press.

Guilford, J.P. (1950). Creativity. *American Psychologist*, 5, 444-454.

Guillan, D.J., y Schvaneveldt, R.W. (1999). Applying cognitive psychology: Bridging the gulf between basic research and cognitive artifacts. En F.T. Durso (Ed.), *Handbook of applied cognition* (pp. 3-32). Nueva York: Wiley.

Guzzetti, B.J., y Glass, G. V. (1993). Promoting conceptual change in science: A comparative metaanalysis of instructional interventions from reading education and science education. *Reading research Quarterly*, 28, 116-159.

Hadley, R.F. (1999). Connectionism and novel combinations of skills: Implications for cognitive architecture. *Minds and Machines*, 9(2), 197-221.

Haider, H., y Frensch, P.A. (1996). The role of information reduction hypothesis in skill acquisition. *Cognitive Psychology*, 30, 304-337.

Haider, H., y Frensch, P.A. (1999,a). Eye movement during skill acquisition: More evidence for the information-reduction hypothesis. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 25(1), 172-190.

Haider, H., y Frensch, P.A. (1999,b). Information reduction during skill acquisition: The influence of task instruction. *Journal of Experimental Psychology: Applied*, 5(2), 129-151.

Hativa, N., Barak, R., y Simhi, E. (1999). Expert university teachers: Thinking, knowledge and practice regarding effective teaching behaviours. Comunicación presentada en el *Annual Meeting of the American Educational Research Association* (Montreal, Quebec, 19 a 23 de Abril, 1999).

Hayes, J.R. (1989). Cognitive processes in creativity. En J.A. Glover, R.R. Ronning y C.R. Reynolds (Eds.), *Handbook of creativity* (pp. 135-145). Nueva York: Plenum Press.

Hayes-Roth, B., y Hayes-Roth, F. (1979). A cognitive model of planning. *Cognitive Science*, 3, 275-310.

Hegland, S. y Andre, T. (1992). Helping learners construct knowledge. *Educational Psychology Review*, 4, 223-240.

Helsen, W.F., Starkes, J.L., y Hodges, N.J. (1998). Team sports and the theory of deliberate practice. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 20(1), 12-34.

Hemstreeet, S. (1997). *Using hypermedia to facilitate problem-based learning*. Retrieved March 25, 2002 from: http://www.edb.utexas.edu/mmresearch/Students97/Hemstreet/index.htm

Henderson, C.R., y Ceci, S. (1992). Is it better to be born rich or smart?. A bioecological analysis. En K.R. Billingsley, H.U. Brown, y E. Derohanes (Eds.), *Scientific excellence in supercomputing: The 1990 IBM contest prize papers* (pp. 705-751). Athens, GA: Baldwin Press.

Hernández, F. (1996). *Cuestionario de Procesos de Estudio.* Murcia: Departamento de Métodos de Investigación y Diagnóstico en Educación, Universidad de Murcia.

Herringtong y Oliver (2002). An instructional design framework for authentic learning environments. *Educational technology research and Development*, 48(3), 23-48.

Herrnstein, R.J., y Murray, C. (1994). *The bell curve: Intelligence and class structure in American life*. Nueva York: Free Press.

Hesse, M. (1966). *Models and analogies in science*. Notre Dame, IN: The University of Notre Dame Press.

Hiertle, S.C., y Jonides, J. (1985). Evidence of hierarchies in cognitive maps. *Memory and Cognition*, 13(3), 209-217.

Hoffman, R.R. (1987). The problem of extracting the knowledge of experts from the perspective of experimental psychology. *The AI Magazine*, 8, 53-66.

Hoffman, R.R. (1998). How can expertise be defined? Implications of research from cognitive psychology. En R. Williams, W. Faulkner y J. Fleck (Eds.), *Exploring expertise. Issues and perspectives* (pp. 81-100). Londres: Macmillan.

Hoffman, R.R. (Ed.), (1992). *The psychology of expertise: Cognitive research and empirical AI.* Nueva York: Springer Verlag.

Hoffman, R.R., Crandall, B., y Shadbolt, N. (1998). Use of the critical decision method to elicit expert knowledge: A case study in the methodology of cognitive task analysis. *Human Factors*, 40(2), 254-276.

Hoffman, R.R., Shadbolt, N.R., Burton, N.R., y Klein, G. (1995). Eliciting knowledge from experts: A methodological analysis. *Organizational*

Behaviour and Human Decision Processes, 62(2), 129-158.

Holding, D.H. (1985). *The psychology of chess skills*. Hillsdale, NJ: LEA.

Holt, D. (1999). Good readers, good teachers? Subject matter expertise as a challenge in learning to teach. *Harvard Educational Review*, 69(1), 29-50.

Hong, N.S. (1999). The relationship between well-structured and ill-structured problem-solving in multimedia simulation. *Dissertation Abstracts International. Section A: Humanities and Social Sciences*, 59(8-A), 850.

Horn, J.L, y Masunaga, H. (2000). New directions for research into aging and intelligence: The development of expertise. En T.J. Perfect y E.A. Maylor (Eds.), *Models of cognitive aging. Debates in psychology* (pp. 125-159). Nueva York: Oxford University Press.

Horn, J.L., y Cattell, R.B. (1966). Age differences in primary mental ability factors. *Journal of Gerontology*, 21, 210-220.

Howe, C., Tolmie, A., Duchak, V., y Rattray, C. (2000). Hypothesis testing in science: Group consensus and the acquisition of conceptual and procedural knowledge. *Learning and Instruction*, 10(4), 361-391.

Hoyt, C. (1941). Test reliability obtained by analysis of variance. *Psychometrika*, 6, 153-160.

Huges, J. y Parkes, S. (2003). Trends in the use of verbal protocol analysis in software engineering research. *Behaviours and information technology*, 22(2), 127-140.

Hunt, E. (1989). Cognitive science: Definition, status, and questions. *Annual Review of Psychology*, 40, 603-629.

Hunter, J.E. (1986). Cognitive ability, cognitive aptitudes, job knowledge, and job performance. *Journal of Vocational Behaviour*, 29, 340-362.

Issemberg, S., McGagie, W., Gordon, D.L., Symes, S., Petrusa, E., Hart, I., Harden, R. (2002). Effectiveness of a cardiology review course for internal medicine residents using simulation technology and deliberate practice. *Teaching and learning in medicine*. 14 (4): 223-8.

Jeffery, J. (1999). Construct validation of shared mental models: An examination of knowledge structure convergence among team members in a decision-making simulation. *Dissertation Abstracts International, Section A: Humanities and Social Sciences*, 60(5-A), 1660.

Jensen, A.R. (1997). The puzzle of nongenetic varianza. En R.J. Sternberg y E.L. Grigorenko (Eds.), *Intelligence, heredity, and environment* (pp. 42-88). Cambridge, UK: Cambridge University Press.

Jensen, A.R. (1998). *The g factor: The science of mental ability*. Westport, CT: Praeger.

Jensen, M.S., y Finley, F.N. (1995). Teaching evolution using historical arguments in a conceptual change strategy. *Science Education*, 79 (2), 147-166.

Johnson, A. (2003). Procedural memory and skill acquisition. En Healy y Proctor (Eds.). *Handbook of psychology: Experimental psychology*. Vol. 4 (pp. 499-523) New York, US: John Wiley y Sons.

Johnson, P.E., Jamal, K., y Berryman, R.G. (1991). Effects of framing on auditor decisions. *Organizational and Behavioural Decision Processes*, 50, 75-105.

Johnson, S.C. (1967). Hierarchical clustering schemes. *Psychometrika*, 32, 241-254.

Jonassen, D. (1999). El diseño de entornos constructivos de aprendizaje. En C.M. Reigeluth (Ed.), *Diseño de la instrucción. Teorías y modelos. Un nuevo paradigma de la teoría de la instrucción*. (Parte I, pp. 225-250). Madrid: Santillana (Original inglés de 1999).

Jonassen, D. H. (2000). Toward a design theory of problem-solving. *Educational Technology Research and Development*, 48(4).

Jonassen, D.H., Tessmer, M., y Hannunm, W.H. (1999). *Task analysis methods for instructional design*. Mahwah, NJ: LEA.

Jöreskog, K.G. (1978). Structural analysis of covariance and correlation matrices. *Psychometrika*, 43, 443-447.

Kail, R.V., y Hagen, J.W. (1977). *Perspectives on the development of memory cognition*. Hillsdale, NJ: LEA.

Karmilioff-Smith A. (1988). The child is a theoretician, not an intuitivist. *Mind Lang,* 3(3), 183-95.

Karmiloff-Smith, A. (1992), *Beyond modularity*, Cambridge, MIT Press.

Kay, S.I. (2000). On the nature of expertise in visual art. En R.C. Friedman y B.M. Shore (Eds.), *Talents unfolding: Cognition and development* (pp. 217-232). Washington, DC: American Psychological Association.

Kellogg, R.T. (2001). Long-term working memory in text production. *Memory and Cognition*, 29(1), 43-52.

Kimball, D.R., y Holyoak, K.J. (2000). Transfer and expertise. En E. Tulving y F.I.M. Craig (Eds.), *The Oxford handbook of memory* (pp. 109-122). Nueva York: Oxford University Press.

Kintsch W. (1994). Text comprehension, memory, and learning. *Am.*

Psychol. 49(4), 294-303.

Kintsch, W., Patel, V.L., y Ericsson, K.A. (1999). The role of log-term working memory in text comprehension. *Psychologia: An international Journal of Psychology in the Orient*, 42(4), 186-198.

Klahr D, Dumbar K. (1988). Dual space search during scientific reasoning. *Cogn. Sci.* 12(1), 1-48.

Kluwe, R.H., Schilde, A., Fischer, C., y Oellerer, N. (1991). Problem solving performance when interacting with complex systems and intelligence. *Diagnostica*, 37, 291-313.

Kneebone, R. (2003). Simulation in surgical training: educational issues and practical implications. *Medical education*, 37(3), 267-77.

Korthagen, F y Lagerwerf, B. (1995) Levels in learning, Journal of Research in Science Teaching, 32, 1011-1038.

Koubek, R.J, y Salvendy, G. (1991). Cognitive performance of super-experts on computer program modification tasks. *Ergonomics*, 34, 1095-1112.

Kraiger, K; Ford, J, K; y Salas, E. (1993),. Application of cognitive, skill-based, and affective theories of learning outcomes to new methods of training evaluation. *Journal of Applied Psychology*, 78, 311-328.

Kraiger, K., Salas, E., y Cannon-Bowers, J.A. (1995). Measuring knowledge organization as a method for assessing learning during training. *Human Factors*, 37, 804-816.

Kraiger, K; y Wenzel, L, H. (1997). Conceptual development and empirical evaluation of measures of share mental models as indicators of team effectiveness. En M. T. Brannick; E. Salas, y C, Price (Eds.), *Performance assessment and measurement: Theory, methods, and*

applications (pp. 63-84). Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Kreijns, K., Kirschner, P y Jochems, W. (2003). Identifying the pitfalls for social interaction in computer-supported collaborative learning environments: a review of the research. *Computer in human behaviour*. Vol. 19, nº 3, pp. 335-353.

Kuhn D, Schauble L, Garcia-Mila M. (1992). Cross-domain development of scientific reasoning. *Cogn. Instr,* 4, 285-327.

Kuhn D. (1991). *The Skills of Argument.* New York: Cambridge Univ. Press.

Kuhn, D., Amsel, E. y O´Loughlin, M. (1988), *The development of scientific thinking skills*, Nueva York, Academic Press.

Lamper M. (1990). When the problem is not the question and the solution is not the answer: mathematical knowing and teaching. *Am. Educ. Res. J.* 27(1), 29-63.

Larkin, J.H., McDermott, J., Simon, D.P., y Simon, H.A. (1981). Models of competence in solving physics problems. *Cognitive Science*, 4, 317-345.

Larkin, J.H., y Rainard, B. (1984). A research methodology for study how people think. *Journal of Research in Science Teaching*, 21, 235-254.

Lave J. (1989). *Cognition in Practice: Mind, Mathematics, and Culture* in *Everyday Life*, New York: Cambridge Univ. Press.

Lave J. y Wenger E. (1991). *Situated Learning: Legitimate Peripheral Participation*. Cambridge University Press, New York.

Lavisse, D., Deviterne, D., y Perrin, P. (2000). Mental processing in motor skill acquisition by young subjects. *International Journal of Sport Psychology*, 31(3), 364-375.

Lecompte, M., y Preissle, J. (1993). *Ethnographic and qualitative design in educational research*. Londres: Academic Press.

Lehman, D.R., Lempert, R.O., y Nisbett, R.E. (1988). The effects of graduate training on reasoning. *American Psychologist*, 43, 431-442.

Lehmann, A.C. (1997). The acquisition of expertise in music: Efficiency of deliberate practice as a moderating variable in accounting for sub-expert performance. En I. Deliege, y J. Sloboda (Eds.), *Perception and cognition of music* (pp. 161-187). Hove, UK: Taylor y Francis.

Lehto, J. (1996). Are executive function tests dependent on working memory capacity?. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 49A(1), 29-50.

Leinhardt, G. (1989). Development of an expert explanation. En L.B. Resnick (Eds.), *Knowing, learning and instruction: Essays in honour of Robert Glaser* (pp. 67-124). Hillsdale, NJ: LEA.

Leinhardt, G., y Greeno, J. (1986). The cognitive skills of teaching. *Journal of Educational Psychology*, 78(2), 75-95.

Leinhardt, G., y Smith, D. (1985). Expertise in mathematical instruction: Subject matter knowledge. *Journal of Educational Psychology*, 77(3), 257-271.

Lesgold, A., Rubinson, H., Feltovich, P., Glaser, R., Klopfer, D., y Wang, Y. (1985). Expertise in a complex skill: diagnosing X-ray pictures. LRDC, *Technical Report*, University of Pittburg.

Lesgold, A., Rubinson, H., Feltovich, P., Glaser, R., Klopfer, D., y Wang, Y. (1988). Expertise in a complex skill: diagnosing X-ray pictures. En M.T.H. Chi, R. Glaser, y M.J Farr, (Eds.), *The nature of expertise* (pp. 311-342). Hillsdale, NJ: LEA.

Levine SC, Jordan NC, Huttenlocher J. (1992). Development of calculation abilities in young children. *J. Exp. Child Psychol.* 53(1), 72-103.

Lewandowsky, S., y Kirsner, K. (2000). Knowledge partitioning: Context dependent use of expertise. *Memory and Cognition*, 28(2), 295-305.

Lian, M.W.S. (1998). An investigation into high-achiever and low-achiever knowledge organization and knowledge processing in concept mapping: A case study. *Research in Science Education*, 28(3), 337-352.

Lie, A.Y. (1999). Aging effects on expertise. *Dissertation Abstracts International. Section A: Humanities and Social Sciences*, Vol. 59(7-A): 2345.

Limón, M. (2001). On the cognitive conflict as an instructional strategy for conceptual change: a critical appraisal. *Learning and Instruction*, 11, 357-380.

Limón, M., y Carretero; M. (1997). Conceptual change and anomalous data: A case study in the domain of natural sciences. *European Journal of Psychology Of Education*, 12 (2), 213-230.

Lin, S.S.J. (1999). Looking for the prototype of teaching expertise: An initial attemp in Taiwan. Comunicación presentada en el *Annual Meeting of the American Educational Research Association* (Montreal, Quebec, 19 a 23 de Abril, 1999).

Linn MC, Songer NB. (1993). How do students make sense of sciences? *Merril-Palmer Q.* 39(1), 47-73.

Littlefield J, Riesser JJ. (1993). Semantic features of similarity and children's strategies for identifying relevant information in mathematical story problems. *Cogn. Instr.* 11(2), 133-88.

Lobsenz, R.E. (1999). Do measures of tacit knowledge assess

psychological phenomena distinct from general ability, personality, and social knowledge?. *Dissertation Abstracts International. Section B: The Sciences and Engineering*, 59(9-B), 5147.

Low R, Over R. (1998). Detection of missing and irrelevant information within algebraic story problems. *Br. J. Educ. Psychol*, 59(3), 296-305.

MacCallum, R.C., y Austin, J.T. (2000). Applications of structural equation modeling in psychological research. *Annual Review of Psychology*, 51, 201-226.

Mandler, G. (1967). Organization and memory. En K.W. Spence y T. Spence (Eds.), *The psychology of learning and motivation*. Vol. 1. Nueva York: Academic Press.

Marchant, G., Robinson, J., Anderson, U., y Achadewald, M. (1993). The use of analogy in legal argument: Problem similarity, precedent and expertise. *Organizational Behaviour and Human Decision Processes*, 48, 272-290.

Marchant, G., y Robinson, J. (1999). Is knowing the tax code all it takes to be a tax expert?. On the development of legal expertise. En R.J. Sternberg y J.A. Hovarth (Eds.), *Tacit knowledge in professional practice* (pp. 3-20). Mahwah, NJ: LEA.

Marr, M.B., y Gormley, K. (1982). Children recall of familiar and unfamiliar text. *Reading Research Quarterly*, 18, 89-104.

Martín, B., y Serrano, C. (1995). Fundamentos de las redes neuronales artificiales: hardware y software. *Scire*, 1(1), 103-125.

Martínez Arias, R. (1995). *Psicometría: Teoría de los test psicológicos y educativos*. Madrid: Síntesis.

Martínez, M. A., Sauleda, N. (1997). El aprendizaje colaborativo situado

en el espacio universitario. *Enseñanza,* 15, 101-113.

Mason, L. (1996). Collaborative reasoning on self-generated analogies: Conceptual growth understanding scientific phenomena. *Educational Research and Evaluation*, 2, 309-350.

Mason, L. (2001). Introducing talk and writing for conceptual change: a classroom study. *Learning and Instruction,* 11, 305-329.

Mason, L. y Santi, M. (1998). Discussing the greenhouse effect. Children's collaborative discourse-reasoning and conceptual change. *Environmental Education Research*, 4 (1), 67-85.

McClelland, D.C. (1985). *Human motivation*. Nueva York: Scott, Foresman.

McCloskey, M. (1983), "Naïve theories of motion", en D. Gentner y A.L: Stevens (comps.), *Mental models*, Hillsdale NJ, Lawrence Erlbaum.

McCombs, B. L. (1991). Motivation and lifelong learning. *Educational Psychologist*, 26 (2), 117-27.

McCombs, B. L. (1996). Alternative perspectives for motivation. En L. Baker, P. Afflerbach y D. Reinking (Eds), *Developing Engaged readers in School and Home Communities* (pp. 67-87). Mahwah, NJ: Erlbaum.

Mccormik, B.M. (2000). The influence of age and expertise on memory performance in adult population: Implications for education. *Dissertation Abstracts International. Section A: Humanities and Social Sciences*, 60(12-A), 4319.

McGaghie, W.C., McCrimmon, D.R., Thompson, J.A., Ravitch, M.M., y Mitchell, G. (2000). Medical and veterinary students' structural knowledge of pulmonary physiology concepts. *Academic Medicine*, 75(4), 362-368.

McKeithen, K.B., Reitman, J., Rueter, H.H., y Hirtle, S.C. (1981).

Knowledge organization and skill differences in computer programmers. *Cognitive Psychology*, 13, 307-325.

McKeown MG, Beck IL, Worthy MJ. 1993. Grappling with text ideas: questioning the author. *Real Teach*. 46(7): 560-66.

McNeil, J. (1987). *Reading comprehension*. Glenview, IL: Scott Foresman.

McPherson, S.L. (1993). Knowledge representation and decision making in sport. En J.L. Starkes y F. Allard (Eds.), *Cognitive issues in motor expertise* (pp. 159-188). Nueva York: Elsevier.

Means, M.L., y Voss, J.F. (1996). Who reasons well? Two studies of informal reasoning among children of different grade, ability, and knowledge levels. *Cognition and Instruction*, 14(2), 139-178.

Mengshoel, O.J. (1995). A reformulation technique and tool for knowledge interchange during knowledge acquisition. *International Journal of Human-Computer Studies*, 43, 177-212.

Miles, M., y Huberman, M. (1994). *Qualitative data analysis. 2ª edición*. Thousand Oaks, CA: Sage Publications.

Miller, G.A. (1956). The magic number seven, plus o minus two. *Psychological Review*, 63, 81-97.

Minnaert, A., y Janssen, P.J. (1996). How general are the effects of domain-specific prior knowledge on study expertise as compared to general thinking skills?. En M. Birenbaum y F. Dochy (Eds.), *Alternatives in assessment of achievements, learning processes and prior knowledge* (pp. 265-282). Londres: Kluwer Academic Publishers.

Minstrell, J. (1999). Expertise in teaching. En R.J. Sternberg y J.A. Horvath (Eds.), *Tacit knowledge in professional practice. Researcher and*

practitioner perspectives (pp. 215-230). Mahwah, NJ: LEA.

Monk, R.C. (1987). *Structures of knowing*. Lanham, Londres: University Press of America.

Moray, N., Jones, B.J., Rasmussen, J., Lee, J.D., Vicente, K.J., Brock, R., y Djemil, T. (1993). A performance indicator of the effectiveness of human-machine interfaces for nuclear plants (*Report No. NUREG/CR-5977*). Washington, DC: United States Nuclear Regulation Commission.

Muñiz, J. (1996). *Teoría clásica de los test*. Madrid: Pirámide.

National Research Council (2000). *How people learn. Brain, mind, experience, and school*. Washington, DC: National Academy Press.

Naveh-Benjamin, M., McKeachie, W.J y Lin, Y.G. (1998) Assessment and modification of flexibility of cognitive structures created in university courses. *Contemporary Educational Psychology*, 23, 209-232.

Naveh-Benjamin, M., McKeachie, W.J., Lin, Y., y Tucker, D.G. (1986). Inferring students cognitive structures and their development using the “ordered tree technique”. *Journal of Educational Psychology*, 78(2), 130-140.

Nelson, D. L. , McEvoy, C. L. y Pointer, L. (2003). Spreading activation of spooky action at a distance? *Journal of experimental psychology: Learning, memory and cognition*, 29(1), 42-52.

Newell, A. (1973). Production systems of control process. En W.G. Chase (Ed.), *Visual information processing* (pp. 463-526). Nueva York: Academic Press.

Newel, A., y Simon, H.A. (1972). *Human problem solving*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.

Nietfeld, J.L. (2000). The role of knowledge and strategy training on metacognitive monitoring. *Dissertation Abstracts International: Section A: Humanities and Social Sciences*, 60(8-A), 2801.

Nisbet, R.E., y Wilson, T.D. (1977). Telling more than we can know: verbal reports on mental processes. *Psychological Review*, 84, 231-259.

Norman, G.R., Coblentz, C.L., Brooks, L.R., y Badcook, C.J. (1992). Expertise in visual diagnosis: a review of literature. *Academic Medicine*, 67, 78-83.

Norman, G.R., Trott, A.D., Brooks, L.R., y Smith, E.K.M. (1994). Cognitive differences in clinical reasoning related to postgraduate training. *Teaching and Learning of Medicine*, 6(2), 114-120.

Novak, J.D. (1990). Concept maps and Vee diagrams: Two metacognitive tools to facilitate meaningful learning. *Instructional Science*, 19, 29-52.

Novak, J.D., y Gowin, D.B. (1984). *Learning how to learn*. Cambridge, MA: Cambridge University Press (Traducción castellana: *Aprendiendo como aprender*. Barcelona: Martinez Roca, 1988).

Oakes, DW; Ferris, GR; Mortocchio, JJ; Buckley MR y Broach, D. (2001) Cognitive ability and personality predictors of training program skill acquisition and job performance. *Journal of business and psychology*, 15 (4), 523-548.

Oden, M.H. (1968). The fulfilment of promise: Forty-year follow-up of the Terman gifted group. *Genetic Psychology Monographs*, 77, 3-93.

Offner, A.K. (2000). Tacit knowledge and group facilitator behaviour. *Dissertation Abstracts International. Section B: The Sciences and Engineering*, 60(8-B), 4283.

Okada, T., y Simon, H.A. (1997). Collaborative discovery in a scientific

domain. *Cognitive Science*, 21(2), 109-146.

Olson, J.R., y Biolsi, K.J. (1991). Techniques for representing expert knowledge. En K.A. Ericsson y J. Smith (Eds.), *Toward a general theory of expertise. Prospects and limits* (pp. 240-285). Nueva York: Cambridge University Press.

Olson, J.R., y Rueter, H.H. (1987). Extracting expertise from experts: Methods for knowledge acquisition. *Expert Systems*, 4(3), 152-168.

Patel, V.L., y Arocha, J.F. (1999). Medical expertise and cognitive aging. En D.C. Perk y R.W. Morrell (Eds.), *Processing of medical information in aging patients: Cognitive and human perspectives* (pp. 127-143). Mahwah, NJ: LEA.

Patel, V.L., Arocha, J.F., y Kaufman, D.R. (1994). Diagnostic reasoning and medical expertise. En D. Medin (Ed.), *The psychology of learning and motivation* (pp.187-251). Nueva York: Academic Press.

Patel, V.L., Arocha, J.F., y Kaufman, D.R. (1999). Expertise and tacit knowledge in medicine. En R.J. Sternberg y J.A. Horvath (Eds.), *Tacit knowledge in professional practice* (pp.75-100). Mahwah, NJ: LEA.

Patel, V.L., Cytryn, K.N., Shortliffe, E.H., y Safran, C. (2000). The collaborative health care team: The role of individual and group expertise. *Teaching and Learning in Medicine*, 12(3), 117-132.

Patel, V.L., Evans, D.A., y Groen, G.J. (1989). Biomedical knowledge and clinical reasoning En D.A. Evans y V.L. Patel (Eds.), *Cognitive science in medicine: Biomedical modelling* (pp. 53-112). Cambridge, MA: MIT Press.

Patel, V.L., Evans, D.A., y Kaufman, D.R. (1990). Reasoning strategies and the use of biomedical knowledge by medical students. *Medical Education*, 24, 129-136.

Patel, V.L. y Groen, G.J. (1986). Knowledge based solution strategies in medical reasoning. *Cognitive Science*, 10, 91-116.

Patel, V.L., y Groen, G.J. (1991). The general and specific nature of medical expertise: A critical look. En K.A. Ericsson y J. Smith (Eds.), *Toward a general theory of expertise* (pp. 95-125). Nueva York: Cambridge University Press.

Patel, V.L., Groen, G.J., y Arocha, J.F. (1990). Medical expertise as a function of task difficulty. *Memory and Cognition*, 18, 394-406.

Patel, V.L., Groen, G.J., y Fredericksen, C.H. (1986). Differences between medical students and doctors in memory for clinical cases. *Medical Education*, 20, 3-9.

Patel, V.L, Kaufman, D.R., y Arocha, J.F. (2000). Conceptual change in the biomedical and health sciences domain. En R. Glaser (Ed.), *Advances in instructional psychology: Educational design and cognitive science*. Vol 5 (pp. 329-392). Mawhah, NJ: LEA.

Patel, V.L., y Kaufman, D.R. (1995). Clinical reasoning and biomedical knowledge: Implications for teaching. En J. Higgs y M. Jones (Eds.), *Clinical reasoning in the health professions* (pp. 117-128). Oxford: Butterworth-Heinemann.

Pearsall, N.R., Skipper, J.E., y Mintzes, J.J. (1997). Knowledge restructuring in the life sciences: a longitudinal study of conceptual change in biology. *Science Education*, 81, 193-215.

Pelechano, V. (1973,a). *Personalidad y parámetros. Tres escuelas y un modelo*. Barcelona: Vicens Vives.

Pelechano, V. (1973,b). *Manual del cuestionario MAE*. Madrid: Fraser.

Pelechano, V. (1989). *Informe de Investigación*. Análisis y Modificación de

Conducta, 15, 45/46. Número Monográfico.

Peled, Z., y Wittrock, M.C. (1990). Generated meanings in the comprehension of word problems in mathematics. *Instructional Science*, 19, 171-205.

Perkins DN, Allen R, Hafner J. 1983. Difficulties in everyday reasoning. In *Thinking: the Expanding Frontier*, ed. W Maxwell, pp.177-89. Philadelphia: Franklin Inst.

Petrill, SA (2003) The development of intelligence: Behavioural genetic approaches. En Sternberg, RJ. y colaboradores (2003) Models of Intelligence: International perspectives (pp. 81-89) Washington, DC, US: APA.

Pfund, H. y Duit, R. (1994), *Bibliography. Students` alternative frameworks and science education (4th. Edition)*, Kiel, Alemania, Institut für die Pädagogik der Naturawissenschaften.

Phye, G.D. (1997) Inductive reasoning and problem solving: the early grades. En G.D Phye (Ed.) Handbook of Academic Learning construction of knowledge (pp. 451-471). San Diego. Academic Press.

Pines, A.L., Novak, J.D., Posner, G.J., y Van Kierk, J. (1978). The clinical interview: A method for evaluating cognitive structure. *Research Report nº 6*. Ithaca, NY: Cornell University, Department of Education, College of Agriculture and Life Sciences.

Pinkerton, K.D. (1998). Network similarity (NETSIM) as a method of assessing structural knowledge for large groups. *Journal of Interactive Learning Research*, 9(3-4), 249-269.

Pontecorvo, C. (1987). Discussing for reasoning: The role of argument in knowledge construction. En E. De Corte, H. Lodewijks, R. Parmentier, y

P. Span (Eds.), *Learning and instruction. European research in an international context.* Vol. 1, (pp. 239-250). Oxford: Pergamon Press and Leuven University Press.

Pontecorvo, C. (1990). Social context, semiotic mediation, and forms of discourse in constructing knowledge at school. En H. Mandl, E. De Corte, S.N. Bennett, y H.F. Friedrich (Eds.), *Learning and instruction. European research in an international context. Analysis of complex skills and complex knowledge domains*. Vol. 2.1 (pp. 1-27). Oxford: Pergamond Press.

Pontecorvo, C. (1993).forms of discourse and shared thinking. *Cognition and instruction*, 11, 189-196.

Pope, M., y Denicolo, P. (1993). The art and science of constructivist research in teacher thinking. *Teaching and Teacher Education*, 9(5/6), 529-544.

Popham, W. (1978). *Criterion referenced measurement*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall (Traducción castellana con el título: *Evaluación basada en criterios*. Madrid: Magisterio Español).

Porto, A. (1994). *Las aproximaciones al proceso de aprendizaje en estudiantes universitarios*. Tesis Doctoral no publicada. Universidad de Santiago. Facultad de Psicología.

Porto, A., Barca, A., Santorum, R., y J.C. Núñez (1995). CPE: Cuestionario de Procesos de Estudio para a validación dos Enfoques de Aprendizaxe. *Revista Galega de Psicopedagoxía*, 10/11, 407-438.

Posner, G.J. (1978). Tools for curricula research and development: potential contributions from cognitive science. *Curricula Inquiry*, 8(4), 311-340.

Posner, G.J. (1982). A cognitive science conception of curriculum and instruction. *Journal of Curriculum Studies*, 14(4), 343-351.

Posner, G.J., Strike, K.A., Hewson, P.W. y Gertzog, W.A. (1982). Accommodation of scientific conception: toward a theory of conceptual change. *Science Education*, 66 (2), 211-227.

Pozo, J.I. (1997). El cambio sobre el cambio: hacia una nueva concepción del cambio conceptual en la construcción del conocimiento científico. En: Rodrigo y Arnay (comps.) *La construcción del conocimiento escolar*. (pp. 154-176). Barcelona. Paidós.

Pozo, J.L. (1994), "El cambio conceptual en el conocimiento físico y social: del desarrollo a la instrucción", en M.J. Rodrigo (comp.), *Contexto y Desarrollo Social*, Madrid, Síntesis.

Pozo, J.L., Gómez Crespo, M.A., Limón, M. y Sanz, A. (1991), *Procesos cognitivos en la comprensión de la ciencia: las ideas de los adolescentes sobre la Química*, Madrid, CIDE.

Pozo, J.L., Gómez Crespo, M.A. y Sanz A. (1993), *La comprensión de la Química en la adolescencia* (memoria de investigación no publicada), Madrid, Facultad de Psicología de la Universidad Autónoma de Madrid.

Pozo, J.L., Gómez Crespo, M.A. y Sanz A. (1999). When change does not replacement: Different representations for different contexts. In W. Schnotz, S. Vosniadou y M. Carretero (Eds.), *New perspectives on conceptual change* (pp. 161-174). Amsterdam: Pergamon.

Pozo, J.L., Pérez Echeverría, M.P., Sanz, A. y Limón, M,. (1992)," Las ideas de los alumnos sobre la ciencia como teorías implícitas", *Infancia y Aprendizaje*, 57, 3-21.

Prawat, R. S., y Floden, R. E. (1994). Philosophical perspectives o

constructivist views of learning. *Educational Psychology*, 29, 37-48.

Preece, P.F.W. (1976). Mapping cognitive structure: a comparison of methods. *Journal of Educational Psychology*, 68(1), 1-8.

Pressley M, Wood E, Woloshyn VE, Martin V, King A, Menke D. (1992). Encouraging mindful use of prior knowledge: attempting to construct explanatory answers facilitates learning. *Educ, Psychol*. 27(1), 91-109.

Prieto, M.D., y Castejón, J.L. (1999). Recursos estratégicos en alumnos superdotados. En A. Sipan (Coord.), *Respuestas educativas para alumnos superdotados y talentosos* (pp. 211-244). Zaragoza: Mira Editores.

Prieto, M.D., y Sternberg, R.J. (1993). Inteligencia. En L. Pérez, *Diez palabras clave en superdotados*. Estella, NA: VD.

Proffitt, J.B., Coley, J.D., y Medin, D.L. (2000). Expertise and category-based induction. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 26(4), 811-828.

Pynes, J,; y Bernardin, H, J. (1992). Mechanical vs. consensus-derived assessment center ratings: A comparison of job performance validities. *Public Personnel Management*, 21, 17-28.

Quian, Y., Li, X., Jiang, Y. y Wem, Y. (2003). An expert system for real-time fault diagnostic of complex chemical processes. *Expert system with applications*, 24(4), 425-432.

Recht, D.R., y Leslie, L. (1988). Effect of prior knowledge on good and poor readers' memory of text. *Journal of Educational Psychology*, 80, 16-20.

Reitman, J.S., y Rueter, H.H. (1980). Organization revealed by recall orders and confirmed by pauses. *Cognitive Psychology*, 12, 554-581.

Renkel, A. y Atkinson, R. K. (2002). Learning for examples: Fostering

Self-Explanations in computer-based learning environments. *Interactive learning environments*, 10(2), 105-119.

Renkel, A. y Atkinson, R. (2003). Structuring the transition from example study to problem solving in cognitive skill acquisition: A cognitive local perspective. *Educational psychologist*, 38(1), 15-22.

Resnick, L.B. (1981). Instructional psychology. *Annual Review of Psychology*, 32, 659-704.

Resnick, LB. (1989). Developing Mathematical knowledge. *Am, Psychol*. 44(2), 162-69

Resnick, L.B. (1996). Situated learning. En E. De Corte y F. Weinert (Eds.), *International encyclopedia of developmental and instructional psychology* (pp. 341-346). Oxford: Pergamon Press.

Resnick, LB. y Singer, JA. (1993). Protoquantitative origins of ratio reasoning. En *Rational numbers: An Integration of Research*, ed. TP. Carpenter, E. Fennema y TA. Romberg (pp. 107-30). Hilsdale, NJ: Erlbaum.

Richman, H.B., Gobet, F., Staszewski, J.J., y Simon, H.A. (1996). Perceptual and memory processes in the acquisition of expert performance: The EPAM model. En K.A. Ericsson (Ed.), *The road to excellence: The acquisition of expert performance in the arts and sciences, sports, and games* (pp. 167-187). Mahwah, NJ: LEA.

Richman, H.B., Staszewski, J.J., y Simon, H.A. (1995). Simulation of expert memory with EPAM IV. *Psychological Review*, 102, 305-330.

Rittle, B. (1999). Iterative development of conceptual and procedural knowledge: A framework for understanding knowledge change. *Dissertation Abstracts International. Section B: The Sciences and*

Engineering, Vol. 60(6-B): 2990.

Rittle, B., y Alibali, M. (1999). Conceptual and procedural knowledge of mathematics: Does one lead to the other?. *Journal of Educational Psychology*, 91(1), 175-189.

Rivas, F. (1997). *El proceso de enseñanza-aprendizaje en la situación educativa*. Barcelona: Ariel.

Rivas, F., y colaboradores (1985). *Proyecto Valencia. Objetivos básicos de aprendizaje en los ciclos y áreas de Lenguaje y Matemáticas en la EGB: Una aproximación de evaluación referida al criterio*. Valencia: Centro de Publicaciones Universitarias.

Rivas, F., Jornet, J., y Suárez, J. (1995). Evaluación del aprendizaje: Claves conceptuales y metodológicas básicas. En F. Silva (Ed.), *Evaluación psicológica en niños y adolescentes*. Madrid: Síntesis.

Rivas, F., Martínez, V., y Latorre, A. (1990). La situación educativa desde la psicología de la instrucción. *Revista de Psicología de la Educación*, 2(5), 1-11.

Rivière, A. (1980). Psicología cognitiva y educación. *Infancia y Aprendizaje*, 12, 5-24.

Roberts, P. (1998). Implicit knowledge and connectionism: What is the connection?. En K. Kirsner y C. Speelmam (Eds.), *Implicit and explicit mental processes* (pp. 119-132). Mahwah, NJ: LEA.

Rodrigo, M.J. (1993), Representaciones y procesos en las teorías implícitas, En M.J. Rodrigo, A. Rodríguez y J. Marrero (comps.), *Las teorías implícitas. Una aproximación al conocimiento cotidiano*. Madrid, Visor.

Rodrigo, M.J. (1997). Del escenario sociocultural al constructivismo

episódico: un viaje al conocimiento escolar de mano de las teorías implícitas. En: Rodrigo y Arnay (comps.) *La construcción del conocimiento escolar.* (pp. 177-191).Barcelona. Paidós.

Rodrigo M.J., Rodríguez A. y Marrero J. (1993), *Las teorías implícitas. Una aproximación al conocimiento cotidiano.* Madrid, Visor.

Rohrer, M.L.C. (2000). Validating measures of structural knowledge. *Dissertation Abstracts International. Section B: The Sciences and Engineering*, 60(8-B), 4268.

Rolfhus, E.L. (1999). Assessing individual differences in knowledge: Knowledge structures and traits. *Dissertation Abstracts International. Section B: Sciences and Engineering*, 60(1-B), 0384.

Roller CM. (1990). The interaction between knowledge and structure variables in the processing of expository prose. *Read Res. Q.*, 25(2),79-81.

Rosebery As, Warren B, Conant FR. (1992). Appropriating scientific discourse: findings from language minority classrooms. *J. Learn. Sci.* 2(1), 61-94.

Rosenbaum, D.A., Carlson, R.A., y Gilmore, R.O. (2000). Acquisition of intellectual and perceptual-motor skills. *Annual Review of Psychology*, 52, 453-470.

Rowe, A.L., Cooke, N.J., Hall, E.P., y Halgren, T.L. (1996). Toward an on-line knowledge assessment methodology: building on the relationship between knowing and doing. *Journal of Experimental Psychology: Applied*, 2, 31-47.

Ruiz, J.C., Algarabel, S., Dasí, C., y Pitarque, A. (1998). El papel de los diagramas en la organización del conocimiento: Evidencia desde el

pathfinder y el escalamiento multidimensional. *Psicológica*, 19, 367-386.

Sacerdotti, E.D. (1987). *A structure for plans and behaviour*. Nueva York: Elsevier.

Salas, E., Cannon-Bowers, J.A. (2000). The science of training: A decade of progress. *Annual Review of Psychology*, 52, 471-499.

Säljö, R. (1999). Concepts, cognition and discourse. From mental structures to discursive tools. In W. Schnotz, S. Vosniadou y M. Carretero (Eds.), *New perspectives on conceptual change* (pp. 81-90). Amsterdam: Pergamon.

Salomon, G y Perkins, D. (1989) Rocky road to transfer: rethinking mechanisms of a neglected phenomenon, Educational Psychology, 24, 113-142.

Salomon, G. (Ed.). (1993). *Distributed cognitions: Psychological and educational considerations*. Cambridge, England: Cambridge University Press.

Sauer, J., Schramme, S., y Ruettinger, B. (2000). Knowledge acquisition in ecological product design: The effects of computer-mediated communication and elicitation method. *Behaviour and Information Technology*, 19(5), 315-327.

Sawyer, J. (1966). Measurement and prediction, clinical and statistical. *Psychological Bulletin*, 66, 203-215.

Scanlan, T.K., Carpenter, P.J., Schmidt, G.W., Simons, J.P., y Keeler, B. (1993). An introduction to the sport commitment model. *Journal of Sport y Exercise Psychology*, 15, 1-15.

Scarmadalia, M., y Bereiter, C. (1999). Schools as knowledge building organizations. En D.P. Keating y C. Hertzman (Eds.), *Developmental health*

and the wealth of nations: Social, biological, and educational dynamics (pp. 274-289). Nueva York: The Guilford Press.

Schauble L, Glaser R, Raghavan K, Reiner M. (1991). Causal models and experimentation strategies in scientific reasoning. *J. Learn. Sci.* 1(2), 201-38.

Scheerens, J., y Creemers, B.P. (1989). Conceptualizing school effectiveness. En B.P. Creemers y J. Scheerens (Eds.), Developments in school effectiveness research. *International Journal of Educational Research*, 13(7), 691-706.

Schmidt, H.G., y Boshuizen, H.P.A. (1992). Encapsulation of biomedical knowledge. En A.E. Evans y V.L. Patel (Eds.), *Advanced models of cognition for medical training and practice* (pp. 265-282). Nueva York: Springer-Verlag.

Schmidt, H.G., y Boshuizen, H.P.A. (1993). On acquiring expertise in medicine. *Educational Psychology Review*, 5(3), 205-221.

Schneider, W., Körkel, J., y Weinert, F.E. (1989). Domain-specific knowledge and memory performance: A comparison of high and low aptitude children. *Journal of Educational Psychology*, 81(3), 306-312.

Schneider, W., Schlagmuller, M., y Vise, M. (1998). The impact of metamemory and domain specific knowledge on memory performance. *European Journal of Psychology of Education*, 13(1), 91-103.

Schoenfeld AH. (1987). What's all the fuss about metacognition?, En AH Schoenfeld, *Cognitive Science and Mathematics education* (pp. 189-125). Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Schoenfeld AH. (1988). When good teaching leads to bad results: disasters of "well taught" mathematics classes. *Educ. Psychol.* 23(2), 45-

56.

Schraagen, J.M., Chipman, S., y Shalin, V.L. (Eds.), (2000). *Cognitive task analysis*. Mahwah, NJ: LEA.

Schraw, G. (1998). Promoting general metacognitive awareness. *Instructional Science*, 26(1-2), 113-125.

Schraw, G. Y Nietfeld, J. (1998). A further test of the general monitoring skill hypothesis. *Journal of Educational Psychology*, 90(2), 236-148.

Schrepp, M. (1999). Extracting knowledge structures from observed data. *British Journal of Mathematical and Statistical Psychology*, 52(2), 213-224.

Schriver KA. 1990. *Evaluating text quality: the continuum from text-focused to reader-focused methods*. Tech Rep. No. 41 (ERIC Doc. 318 009). Cent. Stud. Writ., Carnige Mellon Univ./Univ. Calif., Berkley.

Schvaneveldt, R.W. (1990). *Pathfinder associative networks. Studies in knowledge organization*. Norwood, NJ: Ablex Publishing Co.

Schvaneveldt, R.W. (1999). *PCKNOT 4.3 User's manual*. Mesa, AZ: Interlink Inc.

Schvaneveldt, R.W., Durso, F.T., Goldsmith, T.E, Breen, T.J., Cooke, N., Tucker, R.G., y De Maio, J.C. (1985). Measuring the structure of expertise. *International Journal of Man-Machine Studies*, 23, 699-728.

Schvaneveldt, R.W., Euston, D., Sward, D., y Van Heuvelen, A. (1992). Physic expertise and the perception of physic problems. Paper presented at the 33rd *Annual Psychonomic Society Meetings*, St Louis, November, 1992.

Scott, P. (1992). Conceptual pathways in learning science: a case study of the development of one student's ideas relating to the structure of

matter. In R. Duit, F. Golberg, y H. Niedderer (Eds.), *Research in physics learning: theoretical issues and empirical studies* (pp. 203-224). Kiel, Germany: Institute for Science Education at the University of Kiel.

Scullin, M.H., Peters, E., Williams, W., y Ceci, S. (2000). The role of IQ and education in predicting later labour market outcomes: Implications for affirmative action. *Psychology, Public Policy and Law*, 6(1), 63-89.

Shavelson, R.J., Webb, N.M., y Burstein, L. (1986). Measurement of teaching. En C.M. Wittrock (Ed.), *Handbook of research on teaching* (pp. 50-91). Nueva York: Macmillan.

Shavelson, R.J., y Stanton, G.C. (1975). Construct validation methodology and application to three measures of cognitive structure. *Journal of Educational Measurement*, 12, 67-85.

Shayer M, Adey PS. 1993. Accelerating the development of formal thinking in middle and high school students: IV. Three years of two-year intervention. *J. Res. Sci. Teach*. 30(4): 351-66.

Sheehan, J.D. (1999). A construct validation of the mental models learning outcome using structural equation modelling. *Dissertation Abstracts International. Section A: Humanities and Social Sciences*, Vol. 60(5-A), 1442.

Shoben, E.J., y Ross, B.H. (1987). Structure and process in cognitive psychology using multidimensional scaling and related techniques. En R.R. Ronning, J.C. Conoley, J.A. Glover y J.C. Witts (Eds.), *The influence of cognitive psychology on testing* (pp. 229-266). Hillsdale, NJ: LEA.

Shuel, T.J. (1990) Phases of meaningful learning, Review of Educational Research, 60, 531-547.

Shuell, T.J. (1985). Knowledge representation, cognitive structure and

school learning: a historical perspective. En L.H.T. West y A.L. Pines (Eds.), *Cognitive structure and conceptual change* (pp. 117-132). Orlando, Fl: Academic Press.

Shute, V.J., Torreano, L.A., y Willis, R.E. (2000). Toward an automated knowledge elicitation and organization tool. En S.P. Lajoie (Ed.), *Computers as cognitive tools: No more walls*, Vol. II (pp. 309-335). Mahwah, NJ: LEA.

Siegler, R.S. (1980). Recent trends in the study of cognitive development: variations on a task analytic theme. *Human Development*, 23, 278-285.

Siegler, R.S. (1989). Hazards of mental chronometry: An example from children's substraction. *Journal of Education Psychology*, 1, 497-506.

Simon, H.A., y Gilmartin, K.J. (1973). A simulation of memory for chess positions. En H.A. Simon (Ed.), *Models of thought* (pp. 373-385. New Haven, CT: Yale University Press.

Simon, H.A., y Gobet, F. (2000). Expertise effects in memory recall: Comment on Vicente and Wang (1998). *Psychological Review*, 107(3), 593-600.

Simonton, D.K. (1984). *Genius, creativity and leadership*. Nueva York: Cambridge University Press.

Simonton, D.K. (1997). Creative productivity: A predictive and explanatory model of career trajectories and landmarks. *Psychological Review*, 104, 66-89.

Simonton, D.K. (2000). Creative development as acquired expertise: Theoretical issues and empirical test. *Developmental Review*, 20, 283-318.

Singer, R.N., y Janelle, Ch. (1999). Determining sport expertise: From genes to supremes. *International Journal of Sport Psychology*, 30, 117-150.

Slavin RE. (1987). Developmental and motivational perspectives on cooperative learning: a reconciliation. *Child Dev*. 58 (5), 1161-67.

Sloboda, J.A. (1976). Visual perception of musical notation: Registering pitch symbols in memory. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 28, 1-16.

Sloboda, J.A. (1991). Musical expertise. En K.A. Ericsson y J. Smith (Eds), *Toward a general theory of expertise. Prospects and limits* (pp. 153-171). Nueva York: Cambridge University Press.

Slomkowski CL, Killen M. (1992). Young children's conceptions of transgressions with friends and not friends. *Int. J. Behav. Dev*. 15(2), 247-58.

Smith, C., Carey, S. y Wiser, M. (1985), "On differentiation: A case study of the developments of the concepts of size, weight and density", *Cognition*, 21, 177-237.

Smith, M.E., McEvoy, L., y Gevins, A. (1999). Neurophysiological indices of strategy development and skill acquisition. *Cognitive Brain Research*, 7(3), 389-404.

Snow, R.E. (1979). Diseños representativos y cuasi-representativos para la investigación en la enseñanza. En F. Alvira, M.D. Avia, R. Calvo y J.F. Morales (Eds), *Los dos métodos de las ciencias sociales*. Madrid; CIS.

Snow, R. E. (1992). Aptitude theory: Yesterday, today and tomorrow. *Educational Psychologist*. 27(1), 5-32.

Sohn, Y.W. (2000). The role of expertise, working memory capacity, and long term memory retrieval structure in situation awareness. *Dissertation Abstracts International. Section B: The Sciences and Engineering*, Vol. 60(11-b), 5806.

Sokal, R.R., y Rohlf, F.J. (1962). The comparison of dendograms by objective methods. *Taxonomy*, 11, 33-40.

Sonnentag, S., y Kleine, B.M. (2000). Deliberate practice at work: A study with insurance agents. *Journal of Occupational and Organizational Psychology*, 73(1), 87-102.

Spilich, G.J., Vesonder, G.T., Chiesi, H.L., y Voss, J.F. (1979). Text processing of domain related information for individuals with high and low domain knowledge. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behaviour*, 18, 275-290.

Spiro, R.J., Feltovich, M.J. y Coulson, R.L. (1991) Cognitive flexibility, constructivism, and hypertext: random access to instruction for advanced knowledge acquisition in ill-structured domains, *Educational Technology*, May, 24-33.

Stankow, L (2003) Complexity in human intelligence. En Sternberg, RJ. y colaboradores (2003) Models of Intelligence: International perspectives (pp. 27-42) Washington, DC, US: American Psychology Association.

Starkes, J.L. (1987). Skill in field hockey: The nature of the cognitive advantage. *Journal of Sport Psychology*, 9, 146-160.

Starkes, J.L., Deakin, J.M., Lindley, S., y Crisp, F. (1987). Motor versus verbal recall of ballet sequences by young expert dancers. *Journal of Sport Psychology*, 9, 222-230.

Starkes, J y Ericson (2003). *Experts performance in sports: advances in research on sports expertise*. Champaign: Human Kinetic publishers.

Staszewski, J.J. (1993). A theory of skilled memory. *Proceedings of the 15th Annual Meeting of the Cognition Science Society* (pp. 971-975). Hillsdale, NJ: LEA.

Stein NL, Bernas RS, Calicchia DJ, Wriht A. (1994). A model argument understanding: the dynamic of negotiation. En B. Britton y A. Graesser, *Models of Understanding*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Stein NL, Miller CA. (1993a). Argumentative understanding: relationships among position preference, judgments of goodness, memory and reasoning. *Argumentation*. 7(2), 183-204.

Stein NL, Miller CA. (1993b). The development of memory and reasoning skills in argumentative contexts: evaluating, explaining, and generating evidence. En R Glasser(ed.), A*dvances in Instructional Psychology (pp*.285-335). Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Ste-Marie, D.M. (1999). Expert-novice differences in gymnastic judging: An information processing perspective. *Applied Cognitive Psychology*, 13(3), 269-281.

Sternberg, R.J. (1977). *Intelligence, information processing and analogical reasoning*. Hillsdale, NJ: LEA.

Sternberg, R.J. (1985,a). *Beyond IQ. A triarchic theory of human intelligence*. Nueva York: Cambridge University Press (Traducción castellana de 1985, con el título *Más allá del CI*. Bilbao: DDB).

Sternberg, R.J. (1985,b). All's well that ends well, but it's a sad tale that begins at the end: A reply to Glaser. *American Psychologist*, May, 571-572.

Sternberg, R. J. (1988). *The triarchic mind: A new theory of human intelligence*. New York: Viking-Penguin.

Sternberg, R.J. (1991). Theory-based testing of intellectual abilities: rationale for the triarchic abilities test. En H.A. Rowe (Ed.), *Intelligence: reconceptualization and measurement*. Hillsdale, NJ: LEA.

Sternberg, R.J. (1993). *Sternberg Triarchic Abilities Test (Level H)*. Manual

del test no publicado.

Sternberg, R.J. (1994). Cognitive conceptions of expertise. *International Journal of Expert Systems*, 7(1), 1-12.

Sternberg, R.J. (1995). Expertise in complex problem solving: A comparison of alternative conceptions. En P.A. French y J. Funke (Eds.), *Complex problem solving* (pp. 296-321). Hillsdale, NJ: LEA.

Sternberg, R.J. (1996,a). Costs of expertise. En K.A. Ericsson (Ed.), *The road to excellence: The acquisition of expert performance in the arts and sciences, sports, and games* (pp. 347-354). Hillsdale, NJ: LEA.

Sternberg, R.J. (1996,b). *Successful intelligence*. Nueva York: Cambridge University Press (Traducción castellana en Paidós, 1997).

Sternberg, R.J. (1998,a). Abilities are forms of developing expertise. *Educational Researcher*, 27(3), 11-20.

Sternberg, R.J. (1998,b). Metacognition, abilities, and developing expertise: What makes an expert student?. *Instructional Science*, 26(1-2), 127-140.

Sternberg, R.J. (1999,a). Intelligence as developing expertise. *Contemporary Educational Psychology*, 24, 359-375.

Sternberg, R.J. (1999,b). Ability and expertise. It's time to replace the current model of intelligence. *American Educator*, Spring, 10-13 y 50-51.

Sternberg, R.J. (2000). The concept of intelligence. En R.J. Sternberg (Ed.), *Handbook of intelligence* (pp. 3-15). Nueva York: Cambridge University Press.

Sternberg, R. J. (2003). Construct validity of the theory of special intelligence. En Sternberg y colaboradores. *Models of intelligence:*

International Perspectives. (pp. 55-77) Washington, DC, USA: APA.

Sternberg, R.J., Bermejo, M.R., y Castejón, J.L (1997). Factores intelectuales y personales en la cognición creativa definida por el insight. *Boletín de Psicología*, 57, 41-58.

Sternberg, R.J., Castejón, J.L., Prieto, M.D., Hautamäki, J., y Grigorenko, E. (2001). Confirmatory factor analysis of the Sternberg Triarchic Abilities Test (Multiple Choice Items) in Three International Samples: An empirical test of the Triarchic Theory. *European Journal of Psychological Assessment*, 17, 1-16.

Sternberg, R. J. y Clinkerbeard, P. (1995). A Triarchic view of identifying, teaching and assessing gifted children. *Roeper Review*, 17, 255-260.

Sternberg, R.J., y Davidson, R. (1995). *The nature of insight*. Cambridge, MA: MIT Press.

Sternberg, R. J., Ferrari, M., Clinkerbeard, P y Grigerenco, E.l. (1996). Identification, instruction and assessment of gifted children: A construct validation of triarchic model. *Gifted Child Quarterly*, 40, 129-137.

Sternberg, R.J, Forsythe, G.B., Hedlung, J., Horvath, J.A., Wagner, R.K., Williams, W.M., Snook, A., y Grigorenko, E.L. (2000). *Practical intelligence in everyday life*. Nueva York: Cambridge University Press.

Sternberg, R.J., y Frensch, P.A. (1992). On being an expert: A cost-benefit analysis. En R.R. Hoffman (Ed.), *The psychology of expertise: Cognitive research and empirical AI* (pp. 191-203). Nueva York: Springer Verlag.

Sternberg, R. J. y Grigorenko, E. (1999). Our labelled children: What every parent and teacher needs to know about learning disabilities.

Reading, MA: Perseus Publishing Group.

Sternberg, R. J. y Grigorenko, E. (2000). *Teaching for successful intelligence*. Arlington Heights, IL: Skylight Training and Publishing.

Sternberg, R. J. y Grigorenko, E. (2003). *Perspectives o abilities, competencies, and expertise*. New York: Cambridge University Press.

Sternberg, R.J., Grigorenko, E.L., y Bundy, D.A. (2001). *The predictive value of IQ*. Merrill-Palmer Quarterly, 47(1), 1-41.

Sternberg, R. J., Grigorenko, E., Ferrari, M. y Clinkerbeard, P. (1999). A Triarchic Analysis o fan Aptitude-Treatment Interaction. *Journal of Biology Assessment*, 15(1), 3-13.

Sternberg, R. J., Grigorenko, E., Jarvin, L. (2001). Improving reading instruction: the triarchic model. *Educational Leadership*, March. Pp. 48-52.

Sternberg, R.J., y Horvath, J.A. (Eds.), (1999). *Tacit knowledge in professional practice*. Mahwah, NJ: LEA.

Sternberg, RJ; Lautrey, J; Lubart, T.I (2003b) Where are we in the field of intelligence, how did we get here, and where are we going? Sternberg, RJ. y colaboradores (2003) Models of Intelligence: International perspectives (pp. 27-42) Washington, DC, US: American Psychology Association.

Sternberg, RJ; Lautrey, J; Lubart, T.I (Eds) (2003) Models of intelligence: International perspectives. Washington, DC, US: American Psychology Association.

Sternberg, R.J., y Lubart, T.I. (1997). *La creatividad en una cultura conformista*. Barcelona: Paidós (Original inglés con el título: *Defying the crowd. Cultivating creativity in a culture of conformity*. Nueva York: Free

Press, 1996).

Sternberg, R.J., Prieto, M.D., y Castejón, J.L. (2000). Análisis factorial confirmatorio del Sternberg Triarchic Abilities Test (nivel H) en una muestra española: resultados preliminares. *Psicothema*, 12(4), 642-647.

Sternberg, R. J. y Spear-Swerling, L. (1996). *Teaching for thinking*. Washington, DC: American Psychological Association.

Sternberg, R.J., Torff, B., y Grigorenko, E.L. (1998). Teaching triarchically improves school achievement. *Journal of Educational Psychology*, 90(3), 374-384.

Sternberg, R.J., Wagner, R.K., Williams, W.M., y Horvath, J. (1995). Testing common sense. *American Psychologist*, 50, 912-927.

Sternberg, RJ. y colaboradores (2000a) Practical intelligence in everyday life. New York. Cambridge University Press.

Stevenson HW, Stigler JW, Lucker GW, Lee S, Hsu CC, Kitamura S. (1987). Classroom behaviour and achievement of Japanese, Chinese, and American children. En R. Glaser (ed.) *Advances in Instructional Psychology*, Vol. 3. (pp.315-204). Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Sweller, J., y Cooper, G.A. (1985). The use of worked examples as a substitute for problem solving in learning algebra. *Cognition and Instruction*, 2, 59-89.

Swuntny, J. (2003). Designing and developing programs for gifted students. Thousand Oaks, CA, US: Corwin Pres, Inc.

Taylor, K.L., y Dionne, J.P. (2000). Accessing problem-solving strategy knowledge: The complementary use of concurrent verbal protocols and retrospective debriefing. *Journal of Educational Psychology*, 92(3), 413-425.

Ten Berge, T., y Van Hezewijk, R. (1999). Procedural and declarative knowledge: An evolutionary perspective. *Theory and Psychology*, 9(5), 605-624.

Terman, L.M., y Oden, M.H. (1947). *Genetic studies of genius. Vol. 4: The gifted child grows up*. Stanford, CA: Stanford University Press.

Thagard, P. (1992). *The structure conceptual revolutions*. Cambridge, MA: MIT Press.

Therhart (2003). Constructivism and teaching a new paradigm in general didactics?, *Journal of Curriculum studies*, 35(1), 25-44.

Thibodean, J. (2003). The development and transferability of task knowledge. *Auditing a journal of practice and theory*, 22(1), 47-67.

Tillema, H.H., y Knoll, W.E. (1997). Promoting student teacher learning thogh conceptual change or direct instruction. *Teaching and Teacher Education*, 13 (6), 579-595.

Timmerman, M.E., y Brouwer, W.H. (1999). Slow information processing after severe closed head injury: Impaired access to declarative knowledge and intact application and acquisition of procedural knowledge. *Neuropsychologica*, 37(4), 467-478.

Toulmin, S.E. (1958). *The uses of argument*. Londres: Cambridge University Press.

Toulmin, S.E., Rieke, R., y Janik, A. (1979). *An introduction to reasoning*. Nueva York: Macmillan.

Tsai, C. (2003). Using a conflict map as a instructional tool to change student alternative conceptions in simple series electric-circuits. *International journal of science education*, 25(3), 307-327.

Tversky, A., y Gati, I. (1978). Studies on similarity. En E. Rosch y B. Lloyd (Eds.), *Cognition and categorization* (pp. 259-303). Hillsdale, NJ: LEA.

Valle, A., González, R., Gómez, M.L., Vieiro, P., Cuevas, L.M., y González, R.M. (1997). Atribuciones causales y enfoques de aprendizaje en estudiantes universitarios. *Revista de Orientación y Psicopedagogía*, 8(14), 287-298.

Van de Wiel, M.W.J., Boshuizen, H.P.A., y Schmidt, H.G. (2000). Knowledge restructuring in expertise development: Evidence from pathophysiological representations of clinical cases by students and physicians. *European Journal of Cognitive Psychology*, 12(3), 323-355.

Van der Heijden, B.I.J. (2000). The development and psychometric evaluation of a multidimensional measurement instrument of professional expertise. *High Ability Studies*, 11(1), 9-39.

Van Lehn, K. (1996). Cognitive skill acquisition. *Annual Review of Psychology*, 47, 513-539.

Van Lehn, K. (1999). Rule-learning events in the acquisition of a complex skill: An evaluation of Cascade. *Journal of the Learning Sciences*, 8(1), 71-125.

Van Lehn, K., y Brown, J.S. (1980). Planning net: a representation for formalizing analogies and semantic models of procedural skills. En R.E. Snow, P. Federico y W. Montague (Eds.), *Aptitude, learning and instruction* (pp. 95-138). Hillsdale, NJ: LEA.

VanMerrienboer; Jeroen, J., Kirschner, P. y Kesteer, L: (2003). Taken the load off a learners mind. Instructional design for complex learning. *Educational Psychologist*, 38(1), 5-13.

Veeman, M. (1993). *Intellectual ability and metacognitive skills:*

determinants of discovery learning in computerized learning environments. Amsterdam: University of Amsterdam.

Veeman, M., Elshout, J.J., y Meijer, J. (1997). The generality vs domain-specificity of metacognitive skills in novice learning across domains. *Learning and Instruction*, 7(2), 187-209.

Veenman, M., y Elshout, J.J. (1999). Changes in the relation between cognitive and metacognitive skills during the acquisition of expertise. *European Journal of Psychology of Education*, 14(4), 509-523.

Vermunt, J.D.H.M. (1992). Leerstijlen en sturen van leerprocessen in het hoger enderwijs: Naar processgerichte instructie in zelfstandig denken (Learning styles and regulation of learning in higher education: Towards process-oriented instruction in autonomous thinking). Doctoral dissertation. Lisse, The Netherlands: Swets y Zeitlinger.

Vicente, K.J. (1992). Memory recall in a process control systems: A measure of expertise and display effectiveness. *Memory and Cognition*, 20, 356-373.

Vicente, K.J., y Wang, H. (1998). An ecological theory of expertise effects in memory recall. *Psychological Review*, 105(1), 33-57.

Vincent, A. S., Decker, B. P. y Mumford, M. D. (2002). Divergent thinking, intelligence, and expertise: a test of alternative models. *Creativity research journal*, 14(2), 163-178.

Vincenzi, D.A. (1999). Monitoring of automation failures: Effects of age, workload and expertise. *Dissertation Abstracts International. Section B: The Sciences and Engineering*, 59(11-B), 6089.

Vinegar, L.T. y Valsiner, J. (1992), *Children's development within social context*, Hillsdale NJ, Lawrence Erlbaum.

Vinogradov, S., Kirkland, J. y colaboradores (2003). Both processing speed and semantic memory organization predict verbal fluency in schizophrenia. Schizophrenia research, 59(2-3), 269-75.

Vosniadou, S. (1994), "Capturing and modelling the process of conceptual change", *Learning and Instruction*, 4 (1), 45-69.

Vosniadou, S. y Brewer, W.F. (1987). Theories of knowledge restructuring in development. *Review of Educational Research*, 57, 51-67.

Vosniadou, S. y Brewer, W.F. (1992) "Mental models of the earth: a study of conceptual change in childhood", *Cognitive Psychology*, 24, 535-585.

Vosniadov, S., Ioannides, C., Dimitrakopoulou, A., Papademetriv, E. (2001). Designing learning environments to promote conceptual change in science. *Learning and Instruction*, 11, 381-419.

Voss, J.F., Blais, J., Means, M.L., Greene, T.R., y Ahwesh, E. (1986). Informal reasoning and subject matter knowledge in the solving of economics problems by naive and novice individuals. *Cognition and Instruction*, 3(4), 269-302.

Voss, J.F., Tyler, S.W., y Yengo, L.A. (1983). Individual differences in the solving of social science problems. En R.F. Dillon y R.R. Schmeck (Eds.), *Individual differences in cognition* (pp. 205-232). Nueva York: Academic Press.

Voss, J.F., Wiley, J., y Carretero, M. (1995). Acquiring intellectual skills. *Annual Review of Psychology*, 46, 155-181.

Wagner, R (2000) Practical Intelligence. En Sternberg, RJ. Handbook of intelligence. Cambridge University Press.

Wagner, R.K. (1998). Searching for determinants of performance in complex domains. En P.L. Ackerman, P.C. Kyllonen y R.D. Roberts (Eds.), *Learning and individual differences* (pp. 371-385). Washington, DC: American Psychological Association.

Wagner, R.K., Sujan, H., Sujan, M., Rashotte, C.A., y Sternberg, R.J. (1999). Tacit knowledge in sales. En R.J. Sternberg y J.A. Horvath (Eds.), *Tacit knowledge in professional practice: Researcher and practitioner perspectives* (pp. 155-182). Mahwah, NJ: LEA.

Wagner, R.K., y Sternberg, R.J. (1991). Tacit knowledge: its uses in identifying, assessing, and developing managerial talent. En J. Jones, B. Steffy, y D. Bray (Eds.), *Applying psychology in business: The manager's handbook* (pp. 333-344). Nueva York: Human Science Press.

Walker, C.H. (1987). Relative importance of domain knowledge and overall aptitude on acquisition of domain-related information. *Cognition and Instruction*, 4, 25-42.

Ward, P y Williams, A (2003). Perceptual and cognitive skill development in soccer: the multidimensional nature of expert performance. *Human Kinetics publishers*, 25(1), 93-111.

Ward, W.M. (1999). The influences of openness to experience and reflection in action upon the attainment of legal expertise. *Dissertation Abstracts International: Section B: The Sciences and Engineering*, 59(7-B), 3728.

Waters, A. J. ; Gobet, F ; Leyden, G (2002). Visuoespectial abilities of chess players. *The British Journal of Psychology*. 93, 557-65.

Webb NM. 1989. Peer interaction and learning in small groups. *Int. J. Educ: Res*, 13 (1), 21-39.

Weiner, B. (1986). *An attributional theoery of motivation and emotion*. Nueva York: Springer-Verlag.

Weiner, B. (1990). Searching for the roots of applied attribution theory. En S. Graham y V.S. Folkes (Eds.), *Attribution theory: Aplications to achievement, mental health, and interpersonal conflict* (pp. 1-13). Hillsdale, NJ: LEA.

Weisberg, R.W. (1999). Creativity and knowledge: A challenge to theories. En R.J. Sternberg (Ed.), *Handbook of creativity* (pp. 226-250). Nueva York: Cambridge University Press.

Wellman, H.M. (1990), *The child's theory of mind*, Cambridge, MA, Bradford Books/MIT Press.

Werner, S., y Thies, B. (2000). Is "change blindness" attenuated by domain-specific expertise? An expert-novice comparison of change detection in football images. *Visual Cognition*, 7(1-3), 163-173.

White, R.T. (1985). Interview protocols and dimensions of cognitive structure. En L.H.T. West y A.L. Pines (Eds.), *Cognitive structure and conceptual change* (pp. 51-60). Orlando, Fl: Academic Press.

Williamon, A., y Valentine, E. (2000). Quantity and quality of musical practice as predictors of performance quality. *British Journal of Psychology*, 91(3), 353-376.

Williams, M., Davids, K., Burwitz, L., y Williams, J. (1993). Cognitive knowledge and soccer performance. *Perceptual and Motor Skills*, 76, 579-593.

Winner, E. (2000). Giftedness: Current theory and research. *Current Directions in Psychological Science*, 9(5), 153-156.

Wiser, M. y Amin, T. (2001). " Is heat hot?". Inducing conceptual change

by integrating everyday and scientific perspectives on thermal phenomena. *Learning and Instruction*, 11, 331-355.

Wittmann, W.W., y Su□, H.M. (1999). Investigating the paths between working memory, intelligence, knowledge, and complex problem-solving performance via Brunswik symmetry. En P.L. Ackerman, P.C. Kyllonen y R.D. Roberts (Eds.), *Learning and individual differences. Process, trait, and content determinants* (pp. 77-108). Washindton, DC: American Psychological Association.

Wittrock, M.C. (1990). Generative processes of comprehension. *Educational Psychologist*, 24, 345-376.

Wittrock, M.C. (1991). Generative learning processes of the brain. *Educational Psychologist*, 27, 531-541.

Wittrock, M.C. (1994). Generative science teaching. In P.J. Fensham, R.F. Gunstone, y R.T. White (Eds.), *The content of science: A constructivist approach to its teaching and learning* (pp. 29-38). London: Falmer Press.

Wittrock, M.C. (1998). Cognition and subject matter learning. En N. Lambert y B.L. McCombs (Eds.), *How students learn: Reforming schools through learner-centered education* (pp. 143-152). Washington, DC: American Psychological Association.

Wittrock, M.C., y Alesandrini, K. (1990). Generation of summaries and analogies and analytic and holistic abilities. *American Educational Journal*, 27, 489-502.

Wood, L.J. (2000). Practice, ability and expertise in computer programming. Dissertation *Abstracts International Section B: The Sciences and Engineering*, 60(9-B), 4947.

Woods, W. (1975). What's in a link?. En D.C. Bobrow y J. Collins (Eds.), *Representation and understanding*. Nueva York: Academic Press.

Wright RE, Rosemberg S. 1993. Knowledge of text coherence and expository writing: a developmental study. *J. Educ. Psychol*. 85(19), 152-28

Young, M. (1993). Instructional design for situated learning. *Educational Technology Research and Development*, 41, 43-53.

Young, M.J. (1998). Quantifying the characteristics of knowledge structure representations: A lattice theoretic framework. *ERIC Reports*, nº ED 426069.

Zachary, W.W., Ryder, J.M., y Purcell (1990). A computer based tool to support mental modelling for human-computer interface design. CHI Systems *Technical Report* Nº 900831-8908.

Zaff, B.S., McNeese, M.D., y Snyder, D.E. (1993). Capturing multiple perspectives: a user-centered approach to knowledge and design acquisition. *Knowledge Acquisition*, 5, 79-116.

Zammuner VL. 1987. For or against: the expressions of attitudes in discourse. *Text* 7(4),411-34.

Zeidner M; Matthews G (2002) intelligence and personality En Sternberg, RJ. Handbook of intelligence. Cambridge University Press.

Zimmerman, B.J., y Martinez-Pons, M. (1986). Development of structured interview for assessing student use of self-regulated learning strategies. *American Educational Research Journal*, 23, 614-628.

Zimmerman, B.J., y Martinez-Pons, M. (1990). Student differences in self-regulated learning: relating grade, sex and giftedness to self-efficacy and strategy use. *Journal of Educational Psychology*, 82, 51-59.

ANEXO1

ANEXO 1-a

APELLIDOS……………………………… NOMBRE.......……......

TITULACIÓN ....….…..... CURSO .... GRUPO……….

EDAD .... SEXO............. FECHA ....….……

CUESTIONARIO ESTILOS ENSEÑANZA-APRENDIZAJE

En este cuestionario encontrarás una serie de afirmaciones sobre tu modo de pensar y actuar.

Lee atentamente cada afirmación e indica el grado de acuerdo con cada una de ellas marcando con un círculo la respuesta que consideres más adecuada desde tu punto de vista.

Debes tener en cuenta que cada número significa lo siguiente:

1 = NADA

2 = LIGERAMENTE

3 = UN POCO

4 = MUCHO

5 = TOTALMENTE

No existen respuestas correctas ni erróneas. Por favor, lee cada afirmación y rodea, en la escala que la acompaña, el grado de acuerdo con cada una de ellas.

Por favor, sigue tu propio ritmo al contestar, pero no dediques demasiado tiempo a cada afirmación, y asegúrate de que no dejas ninguna afirmación sin contestar.

GRACIAS POR TU COLABORACIÓN

1 = NADA	2 = LIGERAMENTE	3 = UN POCO	4 = MUCHO	5 = TOTALMENTE

11. El verdadero aprendizaje es aquel que se produce a través del esfuerzo individual del alumno. **1 2 3 4 5**

21. Creo que el profesor debería limitarse en clase a dar un guión a los alumnos para que aprendan. **1 2 3 4 5**

31. Creo que se puede aprender mucho cuando uno asiste a una buena conferencia sobre cuestiones educativas de interés. **1 2 3 4 5**

41. Me gusta realizar trabajos en grupo. **1 2 3 4 5**

51. creo que el profesor debería limitarse a ofrecer ejemplos prácticos para que el estudiante aprenda. **1 2 3 4 5**

12. Creo que los trabajos independientes de tipo individual son un buen recurso para el profesor y un buen medio de aprendizaje para el alumno. **1 2 3 4 5**

22. Los discursos en clase entre los alumnos, moderados por el profesor, son uno de los mejores métodos de enseñanza y aprendizaje. **1 2 3 4 5**

32. Creo que las explicaciones del profesor en clase son fundamentales **1 2 3 4 5**

42. Me gusta trabajar con mis compañeros. **1 2 3 4 5**

52. Creo que sería mejor aprender a partir de casos prácticos que de las exposiciones teóricas del profesor. **1 2 3 4 5**

13. Cuando más aprendo es cuando estudio en casa (o en algún otro lugar) solo. **1 2 3 4 5**

23. Si tuviera que enseñar un tema a un grupo de compañeros más jóvenes, lo haría ofreciendo bibliografía sobre el tema y orientando el trabajo individual o en grupo de los alumnos. **1 2 3 4 5**

1 = NADA 2 = LIGERAMENTE 3 = UN POCO 4 = MUCHO 5 = TOTALMENTE

33. Creo que se puede aprender tanto o más de las explicaciones del profesor que de la experiencia o la práctica.	**1 2 3 4 5**
43. El trabajo en grupo es muy interesante.	**1 2 3 4 5**
53. Las asignaturas deberían tener más tiempo dedicado a las clases prácticas y menos a las clases teóricas del profesor.	**1 2 3 4 5**
14. Para aprobar un examen es más importante estudiar solo en casa que las explicaciones del profesor.	**1 2 3 4 5**
24. El verdadero aprendizaje es aquel que se produce a través de un proceso de descubrimiento del propio alumno, antes que el resultado de las explicaciones del profesor.	**1 2 3 4 5**
34. Si tuviera que enseñar a un grupo de alumnos un material nuevo, creo que sería mejor hacerlo mediante una charla que mediante una discusión en grupo.	**1 2 3 4 5**
44. Me relaciono bien con los compañeros en los trabajos en grupo.	**1 2 3 4 5**
54. Sólo con la experiencia y la práctica se puede adquirir un conocimiento sobre la enseñanza.	**1 2 3 4 5**
15. Me es difícil estudiar con otros compañeros.	**1 2 3 4 5**
25. Mi estilo de aprendizaje se asemeja más al de las personas que les gusta más comentar, contrastar y discutir ideas con los compañeros, que al de las que les gusta leer, escuchar o asistir a una conferencia sobre el tema.	**1 2 3 4 5**
35. La mejor enseñanza es la que se recibe de un buen profesor.	**1 2 3 4 5**
45. Creo que es importante tener buenas relaciones con el resto de la clase.	**1 2 3 4 5**
55. Si tuviera que enseñar a un grupo de compañeros más jóvenes un material nuevo, lo haría ofreciendo ejemplos para que los analicen antes que dar una charla sobre el tema.	**1 2 3 4 5**

ESCALA REDUCIDA

APELLIDOS……………………………… NOMBRE......……......
TITULACIÓN ....…….... CURSO .... GRUPO……..…
EDAD .... SEXO............. FECHA .....………

CUESTIONARIO ESTILOS ENSEÑANZA-APRENDIZAJE

En este cuestionario encontrarás una serie de afirmaciones sobre tu modo de pensar y actuar.

Lee atentamente cada afirmación e indica el grado de acuerdo con cada una de ellas marcando con un círculo la respuesta que consideres más adecuada desde tu punto de vista.

Debes tener en cuenta que cada número significa lo siguiente:

1 = NADA

2 = LIGERAMENTE

3 = UN POCO

4 = MUCHO

5 = TOTALMENTE

No existen respuestas correctas ni erróneas. Por favor, lee cada afirmación y rodea, en la escala que la acompaña, el grado de acuerdo con cada una de ellas.

Por favor, sigue tu propio ritmo al contestar, pero no dediques demasiado tiempo a cada afirmación, y asegúrate de que no dejas ninguna afirmación sin contestar.

GRACIAS POR TU COLABORACIÓN

1 = NADA 2 = LIGERAMENTE 3 = UN POCO 4 = MUCHO 5 = TOTALMENTE

11. El verdadero aprendizaje es aquel que se produce a través del esfuerzo individual del alumno.	**1 2 3 4 5**
31. Creo que se puede aprender mucho cuando uno asiste a una buena conferencia sobre cuestiones educativas de interés.	**1 2 3 4 5**
51. creo que el profesor debería limitarse a ofrecer ejemplos prácticos para que el estudiante aprenda.	**1 2 3 4 5**
12. Creo que los trabajos independientes de tipo individual son un buen recurso para el profesor y un buen medio de aprendizaje para el alumno.	**1 2 3 4 5**
22. Los discursos en clase entre los alumnos, moderados por el profesor, son uno de los mejores métodos de enseñanza y aprendizaje.	**1 2 3 4 5**
32. Creo que las explicaciones del profesor en clase son fundamentales	**1 2 3 4 5**
42. Me gusta trabajar con mis compañeros.	**1 2 3 4 5**
52. Creo que sería mejor aprender a partir de casos prácticos que de las exposiciones teóricas del profesor.	**1 2 3 4 5**
13. Cuando más aprendo es cuando estudio en casa (o en algún otro lugar) solo.	**1 2 3 4 5**
23. Si tuviera que enseñar un tema a un grupo de compañeros más jóvenes, lo haría ofreciendo bibliografía sobre el tema y orientando el trabajo individual o en grupo de los alumnos.	**1 2 3 4 5**

1 = NADA	2 = LIGERAMENTE	3 = UN POCO	4 = MUCHO	5 = TOTALMENTE

33. Creo que se puede aprender tanto o más de las explicaciones del profesor que de la experiencia o la práctica.	**1 2 3 4 5**
43. El trabajo en grupo es muy interesante.	**1 2 3 4 5**
53. Las asignaturas deberían tener más tiempo dedicado a las clases prácticas y menos a las clases teóricas del profesor.	**1 2 3 4 5**
14. Para aprobar un examen es más importante estudiar solo en casa que las explicaciones del profesor.	**1 2 3 4 5**
24. El verdadero aprendizaje es aquel que se produce a través de un proceso de descubrimiento del propio alumno, antes que el resultado de las explicaciones del profesor.	**1 2 3 4 5**
34. Si tuviera que enseñar a un grupo de alumnos un material nuevo, creo que sería mejor hacerlo mediante una charla que mediante una discusión en grupo.	**1 2 3 4 5**
44. Me relaciono bien con los compañeros en los trabajos en grupo.	**1 2 3 4 5**
54. Sólo con la experiencia y la práctica se puede adquirir un conocimiento sobre la enseñanza.	**1 2 3 4 5**
25. Mi estilo de aprendizaje se asemeja más al de las personas que les gusta más comentar, contrastar y discutir ideas con los compañeros, que al de las que les gusta leer, escuchar o asistir a una conferencia sobre el tema.	**1 2 3 4 5**
35. La mejor enseñanza es la que se recibe de un buen profesor.	**1 2 3 4 5**
45. Creo que es importante tener buenas relaciones con el resto de la clase.	**1 2 3 4 5**
55. Si tuviera que enseñar a un grupo de compañeros más jóvenes un material nuevo, lo haría ofreciendo ejemplos para que los analicen antes que dar una charla sobre el tema.	**1 2 3 4 5**

NOMBRE Y APELLIDOS:____

EDAD:_______________________ **FECHA:**__________

INSTRUCCIONES

En la hoja adjunta se presenta una serie de conceptos acerca de la Psicología de la Instrucción.

La tarea que tienes que realizar, es la de poner en relación unos conceptos con otros, indicando el grado de relación entre cada par de conceptos, de acuerdo con la siguiente escala:

1= *Muy poca relación*; **2**= *Poca relación*; **3**= *Relación media*;
4= *Bastante relación*; **5**= *Mucha relación.*

Es conveniente que antes de realizar la tarea tengas una visión general de todos los conceptos que se presentan.

Para determinar el grado de relación entre los pares de conceptos, se trata de que te fijes en cada par y evalúes esta relación según la primera impresión que tengas, sin dedicar demasiado tiempo a cada pareja.

Es importante que no dejes ninguna casilla en blanco. Y recuerda que los datos sólo tienen validez para la investigación.

GRACIAS POR TU COLABORACIÓN

1= ***MUY POCA RELACIÓN*** **2=** ***POCA RELACIÓN*** **3=** ***RELACIÓN MEDIA*** **4=** ***BASTANTE RELACIÓN*** **5=** ***MUCHA RELACIÓN***	**PSICOLOGÍA CONDUCTISTA**	**PSICOLOGÍA COGNITIVA**	**APRENDIZAJE**	**ESTRATEGIAS DE APRENDIZAJE**	**MEMORIA**	**INTELIGENCIA**	**MOTIVACIÓN**	**INTERACCIÓN SOCIAL**	**CONDICIONAMIENTO**	**APRENDIZAJE VICARIO**	**ATRIBUCIÓN**	**REFUERZO**	**APRENDIZAJE POR DESCUBRIMIENTO**	**MIEDOS**	**PROYECTO HARVARD**	**CONSTRUCCIÓN DE CONOCIMIENTOS**	**APRENDIZAJE POR RECEPCIÓN**	**CASTIGO**	
PSICOLOGÍA CONDUCTISTA																			
PSICOLOGÍA COGNITIVA																			
APRENDIZAJE																			
ESTRATEGIAS DE APRENDIZAJE																			
MEMORIA																			
INTELIGENCIA																			
MOTIVACIÓN																			
INTERACCIÓN SOCIAL																			
CONDICIONAMIENTO																			
APRENDIZAJE VICARIO																			
ATRIBUCIÓN																			
REFUERZO																			
APRENDIZAJE POR DESCUBRIMIENTO																			
MIEDOS																			
PROYECTO HARVARD																			
CONSTRUCCIÓN DE CONOCIMIENTOS																			
APRENDIZAJE POR RECEPCIÓN																			
CASTIGO																			
APRENDIZAJE COOPERATIVO																			
ATENCIÓN																			

ANEXO 1-c

NOMBRE Y APELLIDOS:____

EDAD:________________________ **FECHA:**___________

INSTRUCCIONES

En la hoja adjunta se presenta una serie de conceptos acerca de la Psicología de la Instrucción.

La tarea que tienes que realizar, es la de poner en relación unos conceptos con otros, indicando el grado de relación entre cada par de conceptos, de acuerdo con la siguiente escala:

1= *Muy poca relación*; **2**= *Poca relación*; **3**= *Relación media*;
4= *Bastante relación*; **5**= *Mucha relación.*

Es conveniente que antes de realizar la tarea tengas una visión general de todos los conceptos que se presentan.

Para determinar el grado de relación entre los pares de conceptos, se trata de que te fijes en cada par y evalúes esta relación según la primera impresión que tengas, sin dedicar demasiado tiempo a cada pareja.

Es importante que no dejes ninguna casilla en blanco. Y recuerda que los datos sólo tienen validez para la investigación.

GRACIAS POR TU COLABORACIÓN

1= *MUY POCA RELACIÓN* 2= *POCA RELACIÓN* 3= *RELACIÓN MEDIA* 4= *BASTANTE RELACIÓN* 5= *MUCHA RELACIÓN*	PSICOLOGÍA CONDUCTISTA	PSICOLOGÍA COGNITIVA	APRENDIZAJE	ESTRATEGIAS DE APRENDIZAJE	MEMORIA	ELABORACIÓN DE LA INFORMACIÓN	MOTIVACIÓN	INTERACCIÓN SOCIAL	CONDICIONAMIENTO	APRENDIZAJE VICARIO	ATRIBUCIÓN	INCENTIVO	APRENDIZAJE POR DESCUBRIMIENTO	CLIMA SOCIAL	ENSEÑANZA RECÍPROCA	CONSTRUCCIÓN DE CONOCIMIENTOS	APRENDIZAJE POR RECEPCIÓN	CASTIGO	APRENDIZAJE COOPERATIVO	METAS DE APRENDIZAJE
PSICOLOGÍA CONDUCTISTA																				
PSICOLOGÍA COGNITIVA																				
APRENDIZAJE																				
ESTRATEGIAS DE APRENDIZAJE																				
MEMORIA																				
ELABORACIÓN DE LA INFORMACIÓN																				
MOTIVACIÓN																				
INTERACCIÓN SOCIAL																				
CONDICIONAMIENTO																				
APRENDIZAJE VICARIO																				
ATRIBUCIÓN																				
INCENTIVO																				
APRENDIZAJE POR DESCUBRIMIENTO																				
CLIMA SOCIAL																				
ENSEÑANZA RECÍPROCA																				
CONSTRUCCIÓN DE CONOCIMIENTOS																				
APRENDIZAJE POR RECEPCIÓN																				
CASTIGO																				
APRENDIZAJE COOPERATIVO																				
METAS DE APRENDIZAJE																				

ANEXO 1-d

PRUEBA DE EVALUACIÓN DE CONOCIMIENTOS
PSICOLOGÍA DE LA INSTRUCCIÓN.

APELLIDOS Y NOMBRE:________________________________

FECHA:_________

1. Cuál de los siguientes autores formula el *modelo de instrucción directa*:
    a) Berliner
    b) Carroll
    c) Glaser
    d) Walberg

2. La razón principal para el establecimiento de un diseño instruccional está en la necesidad de:
    a) planificar la enseñanza
    b) evaluar el aprendizaje
    c) explicar el proceso de enseñanza/aprendizaje
    d) ninguna de las anteriores

3. Las teorías conductistas del aprendizaje explican mejor las dimensiones:
    a) emocionales y motivacionales
    b) cognitivas
    c) psicomotoras
    d) actitudinales

4. El método expositivo de Ausubel puede ser más adecuado:
    a) en la enseñanza primaria
    b) en la enseñanza superior
    c) cuando la tarea es fácil
    d) cuando se trata de hacer al alumno responsable de su propio aprendizaje

5. El método de enseñanza de Bruner puede ser más adecuado:
    a) en la enseñanza primaria
    b) en la enseñanza superior
    c) cuando la tarea es abstracta
    d) cuando se trata de reforzar al alumno

6. Según Mayer, la eficacia de los organizadores previos es menor cuando:
    a) el alumno ya posee bastante conocimiento sobre lo nuevo
    b) el organizador sirve para relacionar el nuevo conocimiento con el que ya se posee
    c) el organizador activa conocimientos previos
    d) en todos los casos anteriores

7. En la concepción cognitiva sobre el aprendizaje, éste se concibe como:
    a) incorporación de nuevos conocimientos
    b) construcción de nuevos conocimientos
    c) transmisión de nuevos conocimientos
    d) de todas las formas anteriores

8. Las estrategias instruccionales que se derivan de las teorías cognitivas del aprendizaje y de la psicología cognitiva de la instrucción, tales como organización, elaboración progresiva y reestructuración de la información, exigen un método de enseñanza:
    a) expositivo
    b) de descubrimiento
    c) pueden combinar el método expositivo con el de descubrimiento y discusión en grupo
    d) ninguno de los anteriores, se trata de un método nuevo

9. La enseñanza de los contenidos procedimentales requiere:
    a) el ejercicio y la práctica variada y recurrente
    b) b) la identificación de las condiciones bajo las que se aplican
    c) c) la conexión estrecha de los contenidos procedimentales con los contenidos declarativos o conceptuales
    d) todas las características anteriores

10. Dentro de las teorías factoriales de la inteligencia, cuál parece tener más apoyo empírico en la actualidad:
    a) la unidimensional de Spearman
    b) la multifactorial de 120 factores de Guilford
    c) la factorial y jerárquica de la escuela inglesa de Burt, Vernon, etc

d) todas las anteriores

11. Cual de los siguientes autores formula la teoría triárquica de la inteligencia:
    a) Sternberg
    b) Glaser
    c) Gardner
    d) Davidson

12. La teoría de las inteligencias múltiples está formulada por:
    a) Gardner
    b) Glaser
    c) Guilford
    d) ninguno de los anteriores

13. El *programa de filosofía para niños* es:
    a) un programa de desarrollo del pensamiento
    b) un método de enseñanza
    c) un programa de desarrollo de la personalidad
    d) un método para la enseñanza de la filosofía en niños

14. Según la teoría de la motivación de logro de Atkinson, la motivación es mayor cuando:
    a) la probabilidad de éxito es alta
    b) la probabilidad de éxito es baja
    c) la probabilidad de éxito es media
    d) la dificultad de la tarea es baja

15. La forma o formas de incrementar la motivación en la teoría de motivación de logro de Atkinson son:
    a) aumentando la necesidad de logro
    b) disminuyendo el temor al fracaso
    c) aumentando la probabilidad esperada de éxito
    d) de todas las formas anteriores

16. La motivación intrínseca necesita de dos condiciones, "mostrar la propia competencia" y:
    a) sentirse relajado
    b) tener la estimulación necesaria
    c) experimentar cierto sentimiento de autonomía
    d) recibir recompensas externas

17. La teoría del aprendizaje autorregulado de J. Kuhl señala que:
   a) la motivación influye en el rendimiento
   b) el rendimiento influye en la motivación
   c) ambas variables se influyen mutuamente
   d) d) la inteligencia influye en la capacidad de autorregulación

18. A la hora de recomendar un procedimiento de estudio a los estudiantes, es más importante que el profesor conozca:
   a) las técnicas de estudio
   b) las estrategias de aprendizaje en que se basa
   c) las tácticas de aprendizaje
   d) los procesos de aprendizaje

19. En el Diseño Curricular Base de la Reforma Educativa se equipara las estrategias con:
   a) los procedimientos generales
   b) los procedimientos específicos
   c) los contenidos actitudinales
   d) los contenidos conceptuales

20. La enseñanza recíproca es:
   a) una modalidad del aprendizaje cooperativo
   b) una forma de instrucción directa
   c) una forma de mejora de la autonomía
   d) ninguna de las respuestas anteriores

TABLA DE RESPUESTAS

1. ( )	6. ( )	11. ( )	16. ( )
2. ( )	7. ( )	12. ( )	17. ( )
3. ( )	8. ( )	13. ( )	18. ( )
4. ( )	9. ( )	14. ( )	19. ( )
5. ( )	10. ( )	15. ( )	20. ( )

ANEXO 2

ANEXO 2-a

F A C T O R   A N A L Y S I S

Analysis number 1   Listwise deletion of cases with missing values
Extraction   1 for analysis   1, Principal Components Analysis (PC)

Initial Statistics:

Variable	Communality	*	Factor	Eigenvalue	Pct of Var	Cum Pct
		*				
ITEM1	1,00000	*	1	19,53194	78,1	78,1
ITEM10	1,00000	*	2	2,30031	9,2	87,3
ITEM11	1,00000	*	3	,90902	3,6	91,0
ITEM12	1,00000	*	4	,71127	2,8	93,8
ITEM13	1,00000	*	5	,60839	2,4	96,2
ITEM14	1,00000	*	6	,31743	1,3	97,5
ITEM15	1,00000	*	7	,25264	1,0	98,5
ITEM16	1,00000	*	8	,14541	,6	99,1
ITEM17	1,00000	*	9	,11373	,5	99,6
ITEM18	1,00000	*	10	,08533	,3	99,9
ITEM19	1,00000	*	11	,02454	,1	100,0
ITEM2	1,00000	*	12	,00000	,0	100,0
ITEM20	1,00000	*	13	,00000	,0	100,0
ITEM21	1,00000	*	14	,00000	,0	100,0
ITEM22	1,00000	*	15	,00000	,0	100,0
ITEM23	1,00000	*	16	,00000	,0	100,0
ITEM24	1,00000	*	17	,00000	,0	100,0
ITEM25	1,00000	*	18	,00000	,0	100,0
ITEM3	1,00000	*	19	,00000	,0	100,0
ITEM4	1,00000	*	20	,00000	,0	100,0
ITEM5	1,00000	*	21	,00000	,0	100,0
ITEM6	1,00000	*	22	,00000	,0	100,0
ITEM7	1,00000	*	23	,00000	,0	100,0
ITEM8	1,00000	*	24	,00000	,0	100,0
ITEM9	1,00000	*	25	,00000	,0	100,0

PC   extracted   2 factors.

- - - - - - - - - -- F A C T O R A N A L Y S I S - - - - - - -

Factor Matrix:

	Factor 1	Factor 2
ITEM9	,97511	
ITEM20	,96997	
ITEM13	,96251	
ITEM23	,95118	
ITEM22	,94832	
ITEM24	,93638	
ITEM12	,93632	
ITEM1	,92618	
ITEM11	,92351	
ITEM6	,92288	
ITEM3	,92024	
ITEM16	,91619	
ITEM5	,90948	
ITEM25	,90406	
ITEM19	,89243	
ITEM7	,89197	
ITEM17	,86425	
ITEM14	,82779	
ITEM8	,82674	
ITEM2	,82668	,54812
ITEM18	,81611	
ITEM4	,80232	,53729
ITEM10	,76888	
ITEM15	,74222	
ITEM21	,64824	,75587

Final Statistics:

Variable	Communality	*	Factor	Eigenvalue	Pct of Var	Cum Pct
ITEM1	,93357	*	1	19,53194	78,1	78,1
ITEM10	,59535	*	2	2,30031	9,2	87,3
ITEM11	,93786	*				
ITEM12	,90767	*				
ITEM13	,93018	*				
ITEM14	,86452	*				
ITEM15	,67808	*				
ITEM16	,85375	*				
ITEM17	,76271	*				
ITEM18	,67064	*				
ITEM19	,89471	*				
ITEM2	,98384	*				
ITEM20	,94765	*				
ITEM21	,99155	*				
ITEM22	,91949	*				
ITEM23	,96874	*				
ITEM24	,91171	*				
ITEM25	,83916	*				
ITEM3	,95639	*				
ITEM4	,93241	*				
ITEM5	,88437	*				
ITEM6	,85747	*				
ITEM7	,82574	*				
ITEM8	,83090	*				
ITEM9	,95377	*				

****** Method 1 (space saver) will be used for this analysis ******

R E L I A B I L I T Y   A N A L Y S I S   -   S C A L E   (A L P H A)

Item-total Statistics

	Scale Mean if Item Deleted	Scale Variance if Item Deleted	Corrected Item-Total Correlation	Alpha if Item Deleted
ITEM1	67,5000	264,3243	,9179	,9858
ITEM10	68,2143	277,3591	,7457	,9866
ITEM11	67,3571	262,5740	,9165	,9859
ITEM12	68,3571	271,9434	,9278	,9857
ITEM13	68,2143	262,0798	,9600	,9855
ITEM14	68,2143	278,9447	,8106	,9863
ITEM15	67,7143	281,2870	,7296	,9867
ITEM16	67,1429	276,4479	,9071	,9859
ITEM17	67,1429	277,4569	,8560	,9861
ITEM18	67,0714	281,7246	,7996	,9865
ITEM19	67,3571	265,7452	,8818	,9860
ITEM2	68,2143	273,1789	,8140	,9862
ITEM20	66,4286	269,2201	,9669	,9854
ITEM21	68,1429	276,0154	,6190	,9875
ITEM22	67,2857	270,6203	,9435	,9856
ITEM23	67,2857	270,4762	,9494	,9855
ITEM24	68,2143	273,1789	,9313	,9857
ITEM25	67,1429	273,4208	,8963	,9858
ITEM3	67,5000	266,7748	,9110	,9857
ITEM4	68,2857	274,5122	,7855	,9864
ITEM5	68,2143	273,8996	,8991	,9858
ITEM6	68,5714	270,5174	,9154	,9857
ITEM7	67,2857	275,0888	,8804	,9859
ITEM8	67,7857	273,1789	,8140	,9862
ITEM9	67,3571	267,9073	,9751	,9854

Reliability Coefficients

N of Cases =   112,0   N of Items = 25

Alpha =   ,9866

****** Method 1 (space saver) will be used for this analysis ******

R E L I A B I L I T Y   A N A L Y S I S   -   S C A L E   (A L P H A)

Statistics for	Mean	Variance	Std Dev	N of Variables
SCALE	63,6429	236,9163	15,3921	22

Item-total Statistics

	Scale Mean if Item Deleted	Scale Variance if Item Deleted	Corrected Item-Total Correlation	Alpha if Item Deleted
V5	60,6429	208,5199	,9441	,9867
V7	60,6429	210,6821	,9397	,9867
V9	61,3571	217,3127	,9220	,9868
V10	61,7143	214,6924	,9180	,9868
V11	60,4286	219,3462	,8535	,9872
V12	60,9286	216,2831	,8508	,9872
V13	60,5000	212,4324	,9751	,9864
V14	61,3571	221,0605	,7348	,9879
V15	60,5000	206,9550	,9415	,9869
V16	61,5000	215,7477	,9410	,9866
V17	61,3571	207,2227	,9608	,9866
V18	61,3571	221,6371	,8474	,9873
V19	60,8571	224,9884	,6908	,9881
V20	60,2857	220,3140	,8916	,9871
V21	60,2857	221,3230	,8343	,9874
V22	60,2143	224,7465	,7999	,9877
V23	60,5000	209,6937	,9111	,9870
V24	59,5714	213,5804	,9678	,9864
V26	60,4286	214,5894	,9554	,9865
V27	60,4286	215,4543	,9156	,9868
V28	61,3571	217,6010	,9075	,9869
V29	60,2857	217,7194	,8777	,9870

Reliability Coefficients

N of Cases =   112,0   N of Items = 22

Alpha =   ,9876

ANEXO 2-b

```
data list FREEFIELD file='a:TOTALESF.DAT'/COHER1 FILE CURSO GRUPO
NLISTA
SEXO SIM1 COHER2 SIM2 ANALI PRACTI CREATI SS DS AS SM DM AM
M1 M2 M3 M4 ESTIEA NOTATOT.

VARIABLE LABELS COHER1  'COHERENCIA ANTES'
/FILE 'NUMERO FICHERO'
/CURSO 'CURSO'
/GRUPO 'GRUPO'
/NLISTA  'NUMERO DE LISTA'
/SEXO 'SEXO'
/SIM1 'SIMILITUD CON EXPERTO ANTES'
/COHER2 'COHERENCIA DESPUES'
/SIM2 'SIMILITUD CON EXPERTO DESPUES'
/ANALI 'INTELIG. ANALÖTICA STAT'
/PRACTI 'INTELIG. PRµCTICA STAT'
/CREATI 'INTELIG. CREATIVA STAT'
/SS 'ESTRATEGIA SUPERFICIAL'
/DS 'ESTRATEGIA PROFUNDA'
/AS 'ESTRATEGIA DE LOGRO'
/SM 'MOTIVO SUPERFICIAL'
/DM 'MOTIVO PROFUNDO'
/AM 'MOTIVO DE LOGRO'.

VALUE LABELS
/CURSO  4 'CUARTO' 5 'QUINTO'
/GRUPO 1 'MA¥ANA' 2 'TARDE'
/SEXO 1 'ALUMNO' 2 'ALUMNA'.


T-TEST
The raw data or transformation pass is proceeding


    124 cases are written to the compressed active file.
/PAIRS coher1 coher2.


Paired samples t-test:  COHER1    COHERENCIA ANTES
                        COHER2    COHERENCIA DESPUES


Variable    Number               Standard   Standard
           of Cases     Mean    Deviation     Error

COHER1        110       .4947       .225      .021
COHER2        110       .4243       .198      .019


(Difference) Standard Standard  ³ 2-Tail ³  t    Degrees of  2-Tail
    Mean    Deviation  Error   Corr. Prob. Value  Freedom    Prob.
```

```
                                     ³                ³
   .0704     .287      .027     .087  .366 ³ 2.58     109       .011


This procedure was completed at 12:23:53


T-TEST
/PAIRS sim1 sim2.


Paired samples t-test:  SIM1      SIMILITUD CON EXPERTO ANTES
                        SIM2      SIMILITUD CON EXPERTO DESPUES


Variable    Number                  Standard   Standard
           of Cases     Mean       Deviation     Error

SIM1          110        .2373         .062       .006
SIM2          110        .2946         .086       .008


(Difference) Standard Standard    ³2-Tail ³  t    Degrees of  2-Tail
  Mean       Deviation   Error   Corr. Prob.  Value   Freedom    Prob.
                                  ³                ³
  -.0573     .090      .009    ³.295  .002 ³  -6.71    109       .000



This procedure was completed at 12:23:53



corr var coher1 coher2 sim1 sim2 notatot.
The raw data or transformation pass is proceeding


    124 cases are written to the compressed active file.

Correlations:  COHER1     COHER2     SIM1       SIM2       NOTATOT

  COHER1      1.0000      .0760      .2135      .0058      .0823
  COHER2       .0760     1.0000      .2520*     .3170**    .2916*
  SIM1         .2135      .2520*    1.0000      .2948**    .0806
  SIM2         .0058      .3170**    .2948**   1.0000      .3457**
  NOTATOT      .0823      .2916*     .0806      .3457**   1.0000

N of cases:   109        1-tailed Signif:  * - .01   ** - .001

" . " is printed if a coefficient cannot be computed

This procedure was completed at 21:47:45


compute coherd= coher2-coher1.
compute simd= sim2-sim1.

corr var coherd simd notatot.
The raw data or transformation pass is proceeding
    124 cases are written to the compressed active file.

Correlations:  COHERD     SIMD       NOTATOT

  COHERD      1.0000      .1998      .1384
```

```
  SIMD          .1998     1.0000      .2755*
  NOTATOT       .1384      .2755*    1.0000

N of cases:   109         1-tailed Signif:  * - .01  ** - .001

" . " is printed if a coefficient cannot be computed

This procedure was completed at 21:47:48



PROCESS IF (GRUPO EQ 1).
corr var coher1 coher2 sim1 sim2 notatot.

Correlations:  COHER1     COHER2     SIM1       SIM2       NOTATOT

  COHER1      1.0000      .0476      .3084*    -.0421     -.0126
  COHER2       .0476     1.0000      .1395      .2862*     .3460*
  SIM1         .3084*     .1395     1.0000      .1593     -.0191
  SIM2        -.0421      .2862*     .1593     1.0000      .2971*
  NOTATOT     -.0126      .3460*    -.0191      .2971*    1.0000

N of cases:    66         1-tailed Signif:  * - .01  ** - .001

" . " is printed if a coefficient cannot be computed

This procedure was completed at 21:33:06


PROCESS IF (GRUPO EQ 2).
corr var coher1 coher2 sim1 sim2 notatot.

Correlations:  COHER1     COHER2     SIM1       SIM2       NOTATOT

  COHER1      1.0000      .0836      .0309     -.1310      .2163
  COHER2       .0836     1.0000      .4235*     .3523      .2263
  SIM1         .0309      .4235*    1.0000      .4184*     .2601
  SIM2        -.1310      .3523      .4184*    1.0000      .5953**
  NOTATOT      .2163      .2263      .2601      .5953**   1.0000

N of cases:    43         1-tailed Signif:  * - .01  ** - .001

" . " is printed if a coefficient cannot be computed

This procedure was completed at 21:33:07

fin
```

ANEXO 3

ANEXO 3-a


```
REGRESSION
The raw data or transformation pass is proceeding
/VARIABLES coher1 coher2 sim1 sim2 anali practi creati
ss sm ds dm as am sa da aa m1 m2 m3 m4 ESTIEA notatot
/DEPENDENT notatot
/METHOD stepwise.

         * * * *   M U L T I P L E   R E G R E S S I O N   * * * *


Listwise Deletion of Missing Data

Equation Number 1    Dependent Variable..   NOTATOT

Block Number  1.  Method:  Stepwise     Criteria   PIN  .0500   POUT
.1000


Variable(s) Entered on Step Number
   1..    SIM2      SIMILITUD CON EXPERTO DESPUES


Multiple R           .34821
R Square             .12125
Adjusted R Square    .11200
Standard Error      1.38828

Analysis of Variance
                    DF      Sum of Squares      Mean Square
Regression           1            25.26337         25.26337
Residual            95           183.09484          1.92731

F =      13.10807       Signif F =  .0005


------------------ Variables in the Equation ------------------

Variable              B        SE B       Beta         T  Sig T

SIM2           5.911514    1.632786    .348209     3.621  .0005
(Constant)     5.214299     .498773               10.454  .0000

         * * * *   M U L T I P L E   R E G R E S S I O N   * * * *
```

Equation Number 1   Dependent Variable..   NOTATOT

------------- Variables not in the Equation -------------

Variable	Beta In	Partial	Min Toler	T	Sig T
COHER1	.051914	.055224	.994368	.536	.5931
COHER2	.193478	.196522	.906620	1.943	.0550
SIM1	-.005771	-.005762	.876085	-.056	.9556
ANALI	.132731	.135174	.911390	1.323	.1891
PRACTI	.313871	.334816	.999947	3.445	.0009
CREATI	.268929	.286826	.999606	2.903	.0046
SS	-.120188	-.128083	.997984	-1.252	.2136
SM	-.063549	-.067218	.983137	-.653	.5152
DS	-.048857	-.051748	.985837	-.502	.6166
DM	-.131871	-.138470	.968910	-1.356	.1785
AS	-.056925	-.060723	.999927	-.590	.5567
AM	-.018261	-.019045	.955862	-.185	.8539
SA	-.110362	-.117544	.996838	-1.148	.2541
DA	-.102898	-.109678	.998364	-1.070	.2874
AA	-.048478	-.051218	.980887	-.497	.6202
M1	.071553	.076292	.998999	.742	.4600
M2	-.140681	-.150030	.999425	-1.471	.1446
M3	.261089	.276948	.988749	2.794	.0063
M4	-.049992	-.053270	.997780	-.517	.6062
ESTIEA	.289629	.305470	.977500	3.110	.0025

* *

Variable(s) Entered on Step Number
2..   PRACTI   INTELIG. PRµCTICA STAT

Multiple R	.46878
R Square	.21976
Adjusted R Square	.20316
Standard Error	1.31509

Analysis of Variance

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	2	45.78863	22.89431
Residual	94	162.56958	1.72946

F =   13.23781   Signif F = .0000

* * * *   M U L T I P L E   R E G R E S S I O N   * * * *

Equation Number 1   Dependent Variable..   NOTATOT

------------------ Variables in the Equation ------------------

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
SIM2	5.950452	1.546751	.350503	3.847	.0002
PRACTI	.206244	.059868	.313871	3.445	.0009
(Constant)	3.606092	.664199		5.429	.0000

------------- Variables not in the Equation -------------

Variable	Beta In	Partial	Min Toler	T	Sig T
COHER1	.050111	.056569	.994309	.546	.5861
COHER2	.143851	.153016	.882824	1.493	.1388
SIM1	-.026470	-.027996	.872779	-.270	.7877
ANALI	-.036411	-.034347	.694267	-.331	.7411
CREATI	.126829	.115238	.644146	1.119	.2661
SS	-.118594	-.134123	.997935	-1.305	.1950
SM	-.055496	-.062275	.982495	-.602	.5488
DS	-.046499	-.052267	.985771	-.505	.6149
DM	-.134488	-.149863	.968838	-1.462	.1472
AS	-.015012	-.016841	.981866	-.162	.8713
AM	-.028181	-.031177	.954954	-.301	.7642
SA	-.104391	-.117973	.996474	-1.146	.2549
DA	-.103139	-.116668	.998311	-1.133	.2602
AA	-.028273	-.031635	.976854	-.305	.7609
M1	.049177	.055501	.993810	.536	.5932
M2	-.133127	-.150626	.998835	-1.469	.1451
M3	.236045	.264764	.981654	2.648	.0095
M4	-.032705	-.036928	.994725	-.356	.7224
ESTIEA	.201496	.210429	.850962	2.076	.0407

* * * *   M U L T I P L E   R E G R E S S I O N   * * * *

Equation Number 1   Dependent Variable..   NOTATOT

Variable(s) Entered on Step Number
3..   M3

Multiple R .52388
R Square .27445
Adjusted R Square .25105
Standard Error 1.27496

Analysis of Variance

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	3	57.18478	19.06159
Residual	93	151.17342	1.62552

F = 11.72645   Signif F = .0000

------------------ Variables in the Equation ------------------

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
SIM2	5.522927	1.508218	.325320	3.662	.0004

PRACTI	.193179	.058250	.293988	3.316	.0013
M3	.148939	.056250	.236045	2.648	.0095
(Constant)	2.206474	.833105		2.648	.0095

------------- Variables not in the Equation -------------

Variable	Beta In	Partial	Min Toler	T	Sig T
COHER1	.038313	.044794	.979129	.430	.6681
COHER2	.113251	.123853	.867741	1.197	.2343
SIM1	-.041953	-.045927	.869508	-.441	.6603
ANALI	-.054179	-.052894	.691551	-.508	.6126
CREATI	.080022	.074323	.625875	.715	.4765
SS	-.042637	-.046910	.863936	-.450	.6534
SM	-.047293	-.055000	.972852	-.528	.5985
DS	-.150664	-.163874	.854760	-1.593	.1145
DM	-.167969	-.192474	.952691	-1.881	.0631
AS	-.109362	-.119425	.865016	-1.154	.2516
AM	-.026246	-.030110	.944873	-.289	.7733
SA	-.054387	-.062100	.931865	-.597	.5521
DA	-.179861	-.203074	.909429	-1.989	.0496
AA	-.081787	-.092768	.933446	-.894	.3738
M1	-.020230	-.022669	.899852	-.217	.8283
M2	-.040753	-.043250	.803155	-.415	.6789
M4	-.041556	-.048624	.980274	-.467	.6416
ESTIEA	.224600	.242363	.844847	2.396	.0186

* * * *   M U L T I P L E   R E G R E S S I O N   * * * *

Equation Number 1   Dependent Variable..   NOTATOT

Variable(s) Entered on Step Number
4..   ESTIEA

Multiple R	.56309
R Square	.31707
Adjusted R Square	.28738
Standard Error	1.24365

Analysis of Variance

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	4	66.06470	16.51617
Residual	92	142.29351	1.54667

F =   10.67855   Signif F = .0000

------------------ Variables in the Equation ------------------

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
SIM2	4.908958	1.493330	.289155	3.287	.0014

PRACTI	.139698	.061047	.212597	2.288	.0244
M3	.160124	.055067	.253771	2.908	.0046
ESTIEA	.021228	.008859	.224600	2.396	.0186
(Constant)	1.320848	.892753		1.480	.1424

------------- Variables not in the Equation -------------

Variable	Beta In	Partial	Min Toler	T	Sig T
COHER1	.027859	.033529	.842669	.320	.7497
COHER2	.094925	.106606	.838620	1.023	.3091
SIM1	-.059925	-.067404	.839512	-.644	.5209
ANALI	-.013225	-.013123	.641486	-.125	.9006
CREATI	.074287	.071099	.589466	.680	.4983
SS	-.016517	-.018597	.832753	-.177	.8596
SM	-.022526	-.026805	.832597	-.256	.7987
DS	-.149240	-.167311	.844812	-1.619	.1089
DM	-.161951	-.191200	.844132	-1.858	.0664
AS	-.102038	-.114787	.840937	-1.102	.2732
AM	-.028724	-.033963	.844731	-.324	.7465
SA	-.024006	-.027952	.826955	-.267	.7903
DA	-.175422	-.204104	.844473	-1.953	.0541
AA	-.079214	-.092604	.844723	-.887	.3773
M1	-.001940	-.002233	.838797	-.021	.9831
M2	-.045157	-.049389	.799374	-.472	.6383
M4	-.021372	-.025650	.836659	-.245	.8072

End Block Number 1 PIN = .050 Limits reached.

This procedure was completed at 12:10:50

fin

ANEXO 3-b

```
data list FREEFIELD file='a:TOTALESF.DAT'/COHER1 FILE CURSO GRUPO
NLISTA
SEXO SIM1 COHER2 SIM2 ANALI PRACTI CREATI SS DS AS SM DM AM
M1 M2 M3 M4 ESTIEA NOTATOT.

VARIABLE LABELS COHER1  'COHERENCIA ANTES'
/FILE 'NUMERO FICHERO'
/CURSO 'CURSO'
/GRUPO 'GRUPO'
/NLISTA  'NUMERO DE LISTA'
/SEXO 'SEXO'
/SIM1 'SIMILITUD CON EXPERTO ANTES'
/COHER2 'COHERENCIA DESPUES'
/SIM2 'SIMILITUD CON EXPERTO DESPUES'
/ANALI 'INTELIG. ANALÖTICA STAT'
/PRACTI 'INTELIG. PRµCTICA STAT'
/CREATI 'INTELIG. CREATIVA STAT'
/SS 'ESTRATEGIA SUPERFICIAL'
/DS 'ESTRATEGIA PROFUNDA'
/AS 'ESTRATEGIA DE LOGRO'
/SM 'MOTIVO SUPERFICIAL'
/DM 'MOTIVO PROFUNDO'
/AM 'MOTIVO DE LOGRO'.

VALUE LABELS
/CURSO  4 'CUARTO' 5 'QUINTO'
/GRUPO 1 'MA¥ANA' 2 'TARDE'
/SEXO 1 'ALUMNO' 2 'ALUMNA'.

COMPUTE SA= SS+SM.
COMPUTE DA= DS+DM.
COMPUTE AA= AS+AM.


REGRESSION
The raw data or transformation pass is proceeding

    124 cases are written to the compressed active file.
/VARIABLES sim2 notatot practi M3 ESTIEA
/DEPENDENT notatot
/METHOD ENTER PRACTI SIM2 M3 ESTIEA
/RESIDUALS.

         * * * *   M U L T I P L E   R E G R E S S I O N   * * * *
```

```
Listwise Deletion of Missing Data
Equation Number 1    Dependent Variable..   NOTATOT

Block Number  1.  Method:  Enter      PRACTI   SIM2     M3
ESTIEA

Variable(s) Entered on Step Number
   1..    ESTIEA
   2..    M3
   3..    SIM2      SIMILITUD CON EXPERTO DESPUES
   4..    PRACTI    INTELIG. PRµCTICA STAT

Multiple R           .56309
R Square             .31707
Adjusted R Square    .28738
Standard Error      1.24365

Analysis of Variance
                    DF      Sum of Squares      Mean Square
Regression           4            66.06470         16.51617
Residual            92           142.29351          1.54667

F =      10.67855       Signif F =  .0000

------------------ Variables in the Equation ------------------

Variable              B        SE B       Beta         T  Sig T

ESTIEA          .021228     .008859    .224600     2.396  .0186
M3              .160124     .055067    .253771     2.908  .0046
SIM2           4.908958    1.493330    .289155     3.287  .0014
PRACTI          .139698     .061047    .212597     2.288  .0244
(Constant)     1.320848     .892753                1.480  .1424


End Block Number   1   All requested variables entered.


         * * * *   M U L T I P L E   R E G R E S S I O N   * * * *

Equation Number 1    Dependent Variable..   NOTATOT


Residuals Statistics:

                   Min           Max      Mean  Std Dev    N

*PRED           5.1465        8.9346    6.9465    .8296   97
*RESID         -3.3607        2.8943     .0000   1.2175   97
*ZPRED         -2.1698        2.3966     .0000   1.0000   97
*ZRESID        -2.7023        2.3272     .0000    .9789   97

Total Cases =      124


Durbin-Watson Test =   1.83744


         * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * *
```

```
Outliers - Standardized Residual

  Case #       *ZRESID

       4      -2.70232
     123      -2.39636
      33       2.32723
      21      -2.10559
      10      -1.99226
      58      -1.91325
      51       1.82496
      32      -1.73923
      49       1.62918
      54      -1.44630


Histogram - Standardized Residual

 N Exp N       (* = 1 Cases,     . : = Normal Curve)
 0   .07   Out
 0   .15  3.00
 0   .38  2.67
 1   .87  2.33 :
 0  1.77  2.00  .
 2  3.24  1.67 **.
 9  5.32  1.33 ****:****
 6  7.82  1.00 ******  .
12 10.30   .67 *********:**
15 12.15   .33 ***********:***
11 12.84   .00 ***********  .
11 12.15  -.33 ***********.
12 10.30  -.67 *********:**
 7  7.82 -1.00 *******.
 5  5.32 -1.33 ****:
 1  3.24 -1.67 *  .
 3  1.77 -2.00 *:*
 1   .87 -2.33 :
 1   .38 -2.67 *
 0   .15 -3.00
 0   .07   Out


         * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * *


Normal Probability (P-P) Plot
Standardized Residual
  1.0  ÅÄÄÄÄÄÄÄÄÄÄÅÄÄÄÄÄÄÄÄÄÄÄÄÅÄÄÄÄÄÄÄÄÄÄÄÅÄÄÄÄÄÄÄÄ***
       3                                          **.  3
       3                                            .  3
       3                                        **     3
       3                                     ***       3
   .75 Å                                   *           Å
       3                                 **            3
 O     3                               .*              3
 b     3                             .**               3
 s     3                           .**                 3
 e .5  Å                         .**                   Å
 r     3                      ***                      3
 v     3                    **                         3
 e     3                 ***                           3
 d     3                *                              3
```

```
    .25 Å         **                              Å
        ³      ***                                ³
        ³     *                                   ³
        ³    .*                                   ³
        ³****                                     ³
        ÅÄÄÄÄÄÄÄÄÄÄÅÄÄÄÄÄÄÄÄÄÄÅÄÄÄÄÄÄÄÄÄÄÅÄÄÄÄÄÄÄÄÄÄÅ Expected
                  .25        .5        .75       1.0
```

This procedure was completed at 18:32:44

```
REGRESSION
/VARIABLES sim2 notatot practi M3 ESTIEA
/DEPENDENT notatot
/METHOD ENTER PRACTI SIM2 M3 ESTIEA
/SCATTEPLOT (*SRESID,*PRED).
```


* * * *   M U L T I P L E   R E G R E S S I O N   * * * *

Listwise Deletion of Missing Data

Equation Number 1   Dependent Variable..   NOTATOT

Block Number 1. Method: Enter   PRACTI   SIM2   M3
ESTIEA

Variable(s) Entered on Step Number

1..	ESTIEA	
2..	M3	
3..	SIM2	SIMILITUD CON EXPERTO DESPUES
4..	PRACTI	INTELIG. PRµCTICA STAT

Multiple R	.56309
R Square	.31707
Adjusted R Square	.28738
Standard Error	1.24365

Analysis of Variance

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	4	66.06470	16.51617
Residual	92	142.29351	1.54667

F =   10.67855   Signif F = .0000

------------------ Variables in the Equation ------------------

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
ESTIEA	.021228	.008859	.224600	2.396	.0186
M3	.160124	.055067	.253771	2.908	.0046
SIM2	4.908958	1.493330	.289155	3.287	.0014
PRACTI	.139698	.061047	.212597	2.288	.0244
(Constant)	1.320848	.892753		1.480	.1424

```
End Block Number   1   All requested variables entered.




         * * * *   M U L T I P L E   R E G R E S S I O N   * * * *

Equation Number 1    Dependent Variable..   NOTATOT

Residuals Statistics:
```

	Min	Max	Mean	Std Dev	N
*PRED	5.1465	8.9346	6.9465	.8296	97
*ZPRED	-2.1698	2.3966	.0000	1.0000	97
*SEPRED	.1334	.5274	.2738	.0694	97
*ADJPRED	5.1573	8.9025	6.9376	.8325	97
*RESID	-3.3607	2.8943	.0000	1.2175	97
*ZRESID	-2.7023	2.3272	.0000	.9789	97
*SRESID	-2.7343	2.3738	.0034	1.0048	97
*DRESID	-3.4407	3.0113	.0089	1.2836	97
*SDRESID	-2.8371	2.4367	.0016	1.0157	97
*MAHAL	.1150	16.2727	3.9588	2.7138	97
*COOK D	.0000	.1781	.0110	.0213	97
*LEVER	.0012	.1695	.0412	.0283	97

```
Total Cases =       124

         * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * *


Standardized Scatterplot
Across - *PRED      Down - *SRESID
Out ÅÄÄÄÄÄÄÄÄÄÄÄÄÄÄÄÄÄÄÄÄÄÄÄÄÄÄÄÄÄÄÄÄÄÄÄÄÄÄÅ
  3 Å                                      Å   Symbols:
    ³                                      ³
    ³           .                          ³      Max N
  2 Å                    .                 Å
    ³          .        .                  ³   .      1.0
    ³        .         * :.:               ³   :      2.0
  1 Å         ... .     ..                 Å   *      3.0
    ³           .  :. :. :     . .  .      ³
    ³           .  .*..      *.  . .   .   ³
  0 Å     .     .     ...  :  .. :         Å
    ³          ..    ... .:. .             ³
    ³     ..   ..  . . . ..   . ..         ³
 -1 Å      .       .. .  .   *             Å
    ³        .  .   .     ..               ³
    ³            .                         ³
 -2 Å              .  .      .             Å
    ³                  .                   ³
    ³                     .                ³
 -3 Å                                      Å
Out ÅÄÄÄÄÄÄÄÄÄÄÄÄÄÄÄÄÄÄÄÄÄÄÄÄÄÄÄÄÄÄÄÄÄÄÄÄÄÄÅ
    -3    -2    -1     0     1     2     3 Out

This procedure was completed at 18:32:46
```

```
REGRESSION
/VARIABLES sim2 notatot practi M3 ESTIEA
/DEPENDENT notatot
/METHOD ENTER PRACTI SIM2 M3 ESTIEA
/CASEWISE.

         * * * *   M U L T I P L E   R E G R E S S I O N   * * * *


Listwise Deletion of Missing Data

Equation Number 1    Dependent Variable..   NOTATOT

Block Number  1.  Method:  Enter      PRACTI   SIM2     M3
ESTIEA



Variable(s) Entered on Step Number
   1..    ESTIEA
   2..    M3
   3..    SIM2      SIMILITUD CON EXPERTO DESPUES
   4..    PRACTI    INTELIG. PRµCTICA STAT


Multiple R           .56309
R Square             .31707
Adjusted R Square    .28738
Standard Error      1.24365

Analysis of Variance
                    DF      Sum of Squares      Mean Square
Regression           4            66.06470         16.51617
Residual            92           142.29351          1.54667

F =      10.67855       Signif F =  .0000


------------------ Variables in the Equation ------------------

Variable              B        SE B       Beta         T  Sig T

ESTIEA          .021228     .008859    .224600     2.396  .0186
M3              .160124     .055067    .253771     2.908  .0046
SIM2           4.908958    1.493330    .289155     3.287  .0014
PRACTI          .139698     .061047    .212597     2.288  .0244
(Constant)     1.320848     .892753                1.480  .1424


End Block Number   1   All requested variables entered.


       0 Outliers found.  No casewise plot produced.


         * * * *   M U L T I P L E   R E G R E S S I O N   * * * *

Equation Number 1    Dependent Variable..   NOTATOT


Residuals Statistics:
```

```
                   Min           Max      Mean  Std Dev    N

*PRED           5.1465        8.9346    6.9465    .8296   97
*RESID         -3.3607        2.8943     .0000   1.2175   97
*ZPRED         -2.1698        2.3966     .0000   1.0000   97
*ZRESID        -2.7023        2.3272     .0000    .9789   97

Total Cases =      124


This procedure was completed at 18:32:47


FIN
```

ANEXO 4


```
data list FREEFIELD file='a:TOTALESF.DAT'/COHER1 FILE CURSO GRUPO
NLISTA
SEXO SIM1 COHER2 SIM2 ANALI PRACTI CREATI SS DS AS SM DM AM
M1 M2 M3 M4 ESTIEA NOTATOT.

VARIABLE LABELS COHER1  'COHERENCIA ANTES'
/FILE 'NUMERO FICHERO'
/CURSO 'CURSO'
/GRUPO 'GRUPO'
/NLISTA  'NUMERO DE LISTA'
/SEXO 'SEXO'
/SIM1 'SIMILITUD CON EXPERTO ANTES'
/COHER2 'COHERENCIA DESPUES'
/SIM2 'SIMILITUD CON EXPERTO DESPUES'
/ANALI 'INTELIG. ANALÖTICA STAT'
/PRACTI 'INTELIG. PRµCTICA STAT'
/CREATI 'INTELIG. CREATIVA STAT'
/SS 'ESTRATEGIA SUPERFICIAL'
/DS 'ESTRATEGIA PROFUNDA'
/AS 'ESTRATEGIA DE LOGRO'
/SM 'MOTIVO SUPERFICIAL'
/DM 'MOTIVO PROFUNDO'
/AM 'MOTIVO DE LOGRO'.

VALUE LABELS
/CURSO  4 'CUARTO' 5 'QUINTO'
/GRUPO 1 'MA¥ANA' 2 'TARDE'
/SEXO 1 'ALUMNO' 2 'ALUMNA'.

COMPUTE SA= SS+SM.
COMPUTE DA= DS+DM.
COMPUTE AA= AS+AM.


IF (PRACTI LT 7.5) PRACTID= 1.
IF (PRACTI GE 7.5) PRACTID= 2.

IF (SIM2 LT .321) SIM2D= 1.
IF (SIM2 GE .321) SIM2D= 2.

ANOVA
124 cases are written to the compressed active file.
/VARIABLES NOTATOT BY PRACTID (1,2) SIM2D (1,2)
```

```
/STATISTICS 3.

'ANOVA' PROBLEM REQUIRES      374 BYTES OF MEMORY.

                       * * *  C E L L   M E A N S  * * *

              NOTATOT
           BY PRACTID
              SIM2D


TOTAL POPULATION

     6.93
 (   103)


PRACTID
        1         2

     6.31      7.43
 (    46)  (    57)


SIM2D
        1         2

     6.70      7.25
 (    60)  (    43)



         SIM2D
                  1         2
PRACTID
        1      5.99      6.73
           (    26)  (    20)

        2      7.24      7.70
           (    34)  (    23)

             * * *  A N A L Y S I S   O F   V A R I A N C E  * * *

              NOTATOT
         BY   PRACTID
              SIM2D
```

Source of Variation	Sum of Squares	DF	Mean Square	F	Signif of F
Main Effects	39.984	2	19.992	11.014	.000
PRACTID	32.609	1	32.609	17.964	.000
SIM2D	8.378	1	8.378	4.615	.034
2-way Interactions	.495	1	.495	.273	.603
PRACTID SIM2D	.495	1	.495	.273	.603
Explained	40.479	3	13.493	7.433	.000
Residual	179.708	99	1.815		
Total	220.187	102	2.159		

```
    124 Cases were processed.
     21 Cases ( 16.9 PCT) were missing.


This procedure was completed at 19:30:26


FIN
```


ANEXO 5

```
1
EQS, A STRUCTURAL EQUATION PROGRAM      BMDP STATISTICAL SOFTWARE INC.
COPYRIGHT BY P.M. BENTLER               VERSION 4.02 (C) 1985 - 1993.


    PROGRAM CONTROL INFORMATION

 /TITLE 'ANALISIS ESTRUCTURAL'

 /SPECIFICATIONS
 CAS=97;VAR=5;ME=ML;MA=CORRELATION;

 /LABELS
 V1= PRACTICA; V2= SIM2; V3= MOTIVA; V4= ESTIEA; V5= NOTATOT;

 /EQUATIONS
 V4 = *V1 + E4;
 V5 = *V1 + *V2 + *V3 + *V4 + E5;

 /VARIANCES
 E4=  .200* ;
 E5=  .132* ;

 V1= .50*;
 V2= .50*;
 V3= .50*;

 /MATRIX
  1.0000
  -.0073 1.0000
    .0835  .1061 1.0000
    .3546  .1500 -.0316 1.0000
    .3113  .3482  .2951  .3353 1.0000

 /STANDARD DEVIATIONS
  2.41    .09   2.32  15.40   1.46

 /PRINT
 PAR=YES; EFFECTS=YES;
```

```
   33
   34  /LMTEST
   35
   36  /WTEST
   37
   38  /END

      38 RECORDS OF INPUT MODEL FILE WERE READ

  TITLE:
COVARIANCE  MATRIX TO BE ANALYZED:   5 VARIABLES (SELECTED FROM   5
VARIABLES)
  BASED ON    97 CASES.
```

	PRACTICA V 1	SIM2 V 2	MOTIVA V 3	ESTIEA V 4	NOTATOT V 5
PRACTICA V 1	5.808				
SIM2 V 2	-0.002	0.008			
MOTIVA V 3	0.467	0.022	5.382		
ESTIEA V 4	13.161	0.208	-1.129	237.160	
NOTATOT V 5	1.095	0.046	1.000	7.539	2.132

```
  BENTLER-WEEKS STRUCTURAL REPRESENTATION:

        NUMBER OF DEPENDENT VARIABLES =  2
            DEPENDENT V'S :     4    5

        NUMBER OF INDEPENDENT VARIABLES =  5
            INDEPENDENT V'S :     1    2    3
            INDEPENDENT E'S :     4    5


 3RD STAGE OF COMPUTATION REQUIRED    1124 WORDS OF MEMORY.
  PROGRAM ALLOCATE   50000 WORDS


  DETERMINANT OF INPUT MATRIX IS   0.72502E+02


 TITLE:
  MAXIMUM LIKELIHOOD SOLUTION (NORMAL DISTRIBUTION THEORY)


 PARAMETER ESTIMATES APPEAR IN ORDER,
  NO SPECIAL PROBLEMS WERE ENCOUNTERED DURING OPTIMIZATION.


 CORRELATIONS OF PARAMETER ESTIMATES
```

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	V1,V1	V2,V2	V3,V3	E4,E4	E5,E5	V4,V1	V5,V1	V5,V2	V5,V3	V5,V4
V1,V1	1.000									

V2,V2	0.000	1.000								
V3,V3	0.000	0.000	1.000							
E4,E4	0.000	0.000	0.000	1.000						
E5,E5	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000					
V4,V1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000				
V5,V1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000			
V5,V2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000		
V5,V3	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	
V5,V4	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.355	0.000	0.000	1.000

TITLE:
MAXIMUM LIKELIHOOD SOLUTION (NORMAL DISTRIBUTION THEORY)

RESIDUAL COVARIANCE MATRIX (S-SIGMA) :

	PRACTICA V 1	SIM2 V 2	MOTIVA V 3	ESTIEA V 4	NOTATOT V 5
PRACTICA V 1	0.000				
SIM2 V 2	-0.002	0.000			
MOTIVA V 3	0.467	0.022	0.000		
ESTIEA V 4	0.000	0.208	-1.129	0.000	
NOTATOT V 5	0.067	0.008	0.140	0.796	0.084

AVERAGE ABSOLUTE COVARIANCE RESIDUALS = 0.1948
AVERAGE OFF-DIAGONAL ABSOLUTE COVARIANCE RESIDUALS = 0.2838

STANDARDIZED RESIDUAL MATRIX:

	PRACTICA V 1	SIM2 V 2	MOTIVA V 3	ESTIEA V 4	NOTATOT V 5
PRACTICA V 1	0.000				
SIM2 V 2	-0.007	0.000			
MOTIVA V 3	0.084	0.106	0.000		
ESTIEA V 4	0.000	0.150	-0.032	0.000	
NOTATOT V 5	0.019	0.059	0.041	0.035	0.040

AVERAGE ABSOLUTE STANDARDIZED RESIDUALS = 0.0382
AVERAGE OFF-DIAGONAL ABSOLUTE STANDARDIZED RESIDUALS = 0.0533

TITLE:
MAXIMUM LIKELIHOOD SOLUTION (NORMAL DISTRIBUTION THEORY)

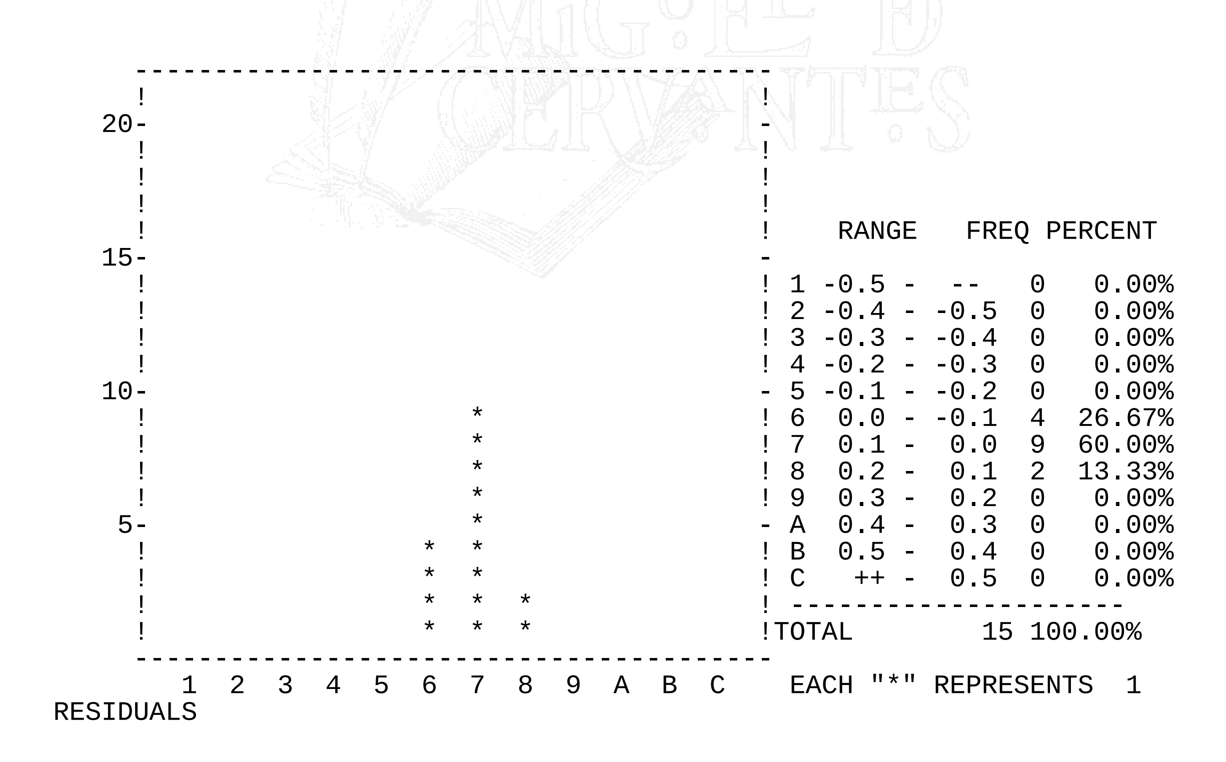
LARGEST STANDARDIZED RESIDUALS:

```
 V  4,V  2    V  3,V  2    V  3,V  1    V  5,V  2    V  5,V  3
   0.150        0.106        0.084        0.059        0.041

 V  5,V  5    V  5,V  4    V  4,V  3    V  5,V  1    V  2,V  1
   0.040        0.035       -0.032        0.019       -0.007

 V  2,V  2    V  4,V  4    V  3,V  3    V  4,V  1    V  1,V  1
   0.000        0.000        0.000        0.000        0.000
```


DISTRIBUTION OF STANDARDIZED RESIDUALS



```
    ----------------------------------------
    !                                      !
 20-                                       -
    !                                      !
    !                                      !
    !                                      !
    !                                      !    RANGE   FREQ PERCENT
 15-                                       -
    !                                      ! 1 -0.5 -  --    0   0.00%
    !                                      ! 2 -0.4 - -0.5  0   0.00%
    !                                      ! 3 -0.3 - -0.4  0   0.00%
    !                                      ! 4 -0.2 - -0.3  0   0.00%
 10-                                       - 5 -0.1 - -0.2  0   0.00%
    !                    *                 ! 6  0.0 - -0.1  4  26.67%
    !                    *                 ! 7  0.1 -  0.0  9  60.00%
    !                    *                 ! 8  0.2 -  0.1  2  13.33%
    !                    *                 ! 9  0.3 -  0.2  0   0.00%
  5-                     *                 - A  0.4 -  0.3  0   0.00%
    !                 *  *                 ! B  0.5 -  0.4  0   0.00%
    !                 *  *                 ! C   ++ -  0.5  0   0.00%
    !                 *  *  *              ! --------------------
    !                 *  *  *              !TOTAL        15 100.00%
    ----------------------------------------
       1  2  3  4  5  6  7  8  9  A  B  C    EACH "*" REPRESENTS  1
RESIDUALS
```

TITLE:
MAXIMUM LIKELIHOOD SOLUTION (NORMAL DISTRIBUTION THEORY)

GOODNESS OF FIT SUMMARY

INDEPENDENCE MODEL CHI-SQUARE =   54.575 ON   10 DEGREES OF FREEDOM

INDEPENDENCE AIC =   34.57534   INDEPENDENCE CAIC =   -1.17177

```
        MODEL AIC =    -4.93188         MODEL CAIC =   -22.80543

  CHI-SQUARE =        5.068 BASED ON     5 DEGREES OF FREEDOM

  PROBABILITY VALUE FOR THE CHI-SQUARE STATISTIC IS     0.40762

  THE NORMAL THEORY RLS CHI-SQUARE FOR THIS ML SOLUTION IS
4.723.


BENTLER-BONETT NORMED    FIT INDEX=       0.907
  BENTLER-BONETT NONNORMED FIT INDEX=       0.997
  COMPARATIVE FIT INDEX            =       0.998
```



```
                         ITERATIVE SUMMARY

                     PARAMETER
  ITERATION          ABS CHANGE        ALPHA            FUNCTION
      1            0.27047E+03       1.00000        0.19571E+07
      2            0.27072E+08       1.00000        0.20474E+02
      3            0.11210E+08       1.00000        0.18566E+02
      4            0.33473E+08       1.00000        0.16392E+02
      5            0.46739E+07       1.00000        0.12809E+02
      6           ************       1.00000            9.69245
      7            5533.185550       1.00000            6.71312
      8             282.347595       1.00000            3.80320
      9              17.058556       1.00000            1.17608
     10               1.178604       1.00000            0.10310
     11               0.161196       1.00000            0.05396
     12               0.025115       1.00000            0.05285
     13               0.006349       1.00000            0.05280
     14               0.001335       1.00000            0.05279
     15               0.000340       1.00000            0.05279

  TITLE:
  MAXIMUM LIKELIHOOD SOLUTION (NORMAL DISTRIBUTION THEORY)


  MEASUREMENT EQUATIONS WITH STANDARD ERRORS AND TEST STATISTICS


 ESTIEA  =V4  =     2.266*V1    +  1.000 E4
                     .610
                    3.716

 NOTATOT =V5  =      .021*V4    +   .129*V1    +  4.691*V2    +
.160*V3
                     .009          .055         1.368          .053

                    2.489         2.357         3.429         3.008


                    1.000 E5
```

```
 TITLE:
 MAXIMUM LIKELIHOOD SOLUTION (NORMAL DISTRIBUTION THEORY)

 VARIANCES OF INDEPENDENT VARIABLES
 ----------------------------------

                V                                F
               ---                              ---
V1  -PRACTICA           5.808*I                                 I
                         .838 I                                 I
                        6.928 I                                 I
                              I                                 I
V2  -  SIM2              .008*I                                 I
                         .001 I                                 I
                        6.928 I                                 I
                              I                                 I
V3  -MOTIVA             5.382*I                                 I
                         .777 I                                 I
                        6.928 I                                 I
                              I                                 I

 TITLE:
 MAXIMUM LIKELIHOOD SOLUTION (NORMAL DISTRIBUTION THEORY)

 VARIANCES OF INDEPENDENT VARIABLES
 ----------------------------------

                E                                D
               ---                              ---
E4  -ESTIEA           207.339*I                                 I
                       29.927 I                                 I
                        6.928 I                                 I
                              I                                 I
E5  -NOTATOT            1.456*I                                 I
                         .210 I                                 I
                        6.928 I                                 I
                              I                                 I

 TITLE:

 DECOMPOSITION OF EFFECTS WITH NONSTANDARDIZED VALUES
```

```
 PARAMETER TOTAL EFFECTS
 -----------------------

ESTIEA  =V4  =    2.266*V1    +  1.000 E4


NOTATOT =V5  =     .021*V4    +   .177*V1    +  4.691*V2    +
.160*V3
                   .021 E4    +  1.000 E5
```

```
 TITLE:

 DECOMPOSITION OF EFFECTS WITH NONSTANDARDIZED VALUES

 PARAMETER INDIRECT EFFECTS
 --------------------------

NOTATOT =V5  =     .048*V1    +   .021 E4

                   .023           .009

                  2.068          2.489
```

```
 TITLE:

 DECOMPOSITION OF EFFECTS WITH STANDARDIZED VALUES

 PARAMETER TOTAL EFFECTS
 -----------------------

ESTIEA  =V4  =     .355*V1    +   .935 E4


NOTATOT =V5  =     .229*V4    +   .298*V1    +   .295*V2    +
.259*V3
                   .214 E4    +   .843 E5
```

```
 TITLE:

 DECOMPOSITION OF EFFECTS WITH STANDARDIZED VALUES

 PARAMETER INDIRECT EFFECTS
 --------------------------

NOTATOT =V5  =     .081*V1    +   .214 E4
```

```
 TITLE:
 MAXIMUM LIKELIHOOD SOLUTION (NORMAL DISTRIBUTION THEORY)


 STANDARDIZED SOLUTION:
```

```
 ESTIEA  =V4  =     .355*V1    +   .935 E4

 NOTATOT =V5  =     .229*V4    +   .217*V1    +   .295*V2    +
.259*V3
                    .843 E5



 ----------------------------------------------------------------------
----------
                          E N D    O F    M E T H O D
 ----------------------------------------------------------------------
----------

  EQS is not installed or unauthorized copy
  MAXIMUM LIKELIHOOD SOLUTION (NORMAL DISTRIBUTION THEORY)


  WALD TEST (FOR DROPPING PARAMETERS)
  MULTIVARIATE WALD TEST BY SIMULTANEOUS PROCESS



         CUMULATIVE MULTIVARIATE STATISTICS             UNIVARIATE
INCREMENT
         ----------------------------------             -------------
-------

  STEP  PARAMETER   CHI-SQUARE  D.F.  PROBABILITY       CHI-SQUARE
PROBABILITY
  ----  ---------   ----------  ----  -----------       ----------  --
---------


     ************
          NONE OF THE FREE PARAMETERS IS DROPPED IN THIS PROCESS.

  TITLE:
  MAXIMUM LIKELIHOOD SOLUTION (NORMAL DISTRIBUTION THEORY)


  LAGRANGIAN MULTIPLIER TEST REQUIRES     1044 WORDS OF MEMORY.
  PROGRAM ALLOCATES    50000 WORDS.


  LAGRANGE MULTIPLIER TEST (FOR ADDING PARAMETERS)

                ORDERED UNIVARIATE TEST STATISTICS:

   NO     CODE    PARAMETER    CHI-SQUARE   PROBABILITY  PARAMETER
CHANGE
   --     ----    ---------    ----------   -----------  ---------------
-

    1     2  11      V4,V2          2.557        0.110           26.110
    2     2   1      V3,V2          1.081        0.299            0.022
    3     2   1      V3,V1          0.669        0.413            0.467
    4     2  11      V4,V3          0.411        0.521           -0.406
    5     2   1      V2,V1          0.005        0.943           -0.002


 ***** NONE OF THE UNIVARIATE LAGRANGE MULTIPLIERS IS SIGNIFICANT,
```

```
 ***** THE MULTIVARIATE TEST PROCEDURE WILL NOT BE EXECUTED.
1
  Execution begins at 19:01:19.07
  Execution ends   at 19:01:20.44
  Elapsed time =       1.37 seconds
```



Adquisición de habilidades cognitivas. Factores en el desarrollo inicial de la competencia experta.

Resumen:

Nuestro trabajo tiene como objetivo principal, la formulación de un modelo explicativo de la adquisición del aprendizaje complejo, y por extensión, del desarrollo inicial de la competencia experta en un dominio específico. Modelo que tiene en cuenta los principales aspectos que están presentes en los distintos modelos teóricos elaborados hasta ahora para explicar la adquisición de la competencia. En este modelo, se incluye uno de los factores considerados clave en el desarrollo de la competencia experta, la habilidad para organizar los conocimientos. Otro factor a considerar, es la habilidad intelectual general y su relación con la competencia experta en general, así trataremos de responder a la cuestión de si la competencia experta es el resultado de un mayor nivel de habilidad intelectual y/o de un conocimiento más organizado. A estos factores se añade la motivación, el empleo de estrategias, así como el tipo de instrucción recibida. Este conjunto de factores se analizan en individuos que consideramos se encuentran en la fase de desarrollo inicial de la competencia experta; un grupo de alumnos universitarios, estudiantes de segundo ciclo, matriculados en la licenciatura de Psicopedagogía. En los que se estudian los procesos y resultados de la adquisición de un aprendizaje complejo, dentro de un dominio específico de contenido, y en el ambiente real de aprendizaje de una materia perteneciente a ese dominio. El método utilizado combina distintas orientaciones metodológicas, que incluyen desde procedimientos cualitativos a poderosas técnicas estadísticas como son los modelos de estructuras de covarianza

Acquisition of cognitive abilities. Factors for the initial development of expert competence.

Abstract:

The main purpose of this study is to formulate a new explanatory model for the acquisition of complex learning, and as an extension, for the initial development of expert competence in a specific domain. Such model takes into account the main aspects included in the different theoretical models on the acquisition of competence elaborated so far. Our new model includes one of the key factors for the development of expert competence: the ability to organise knowledge. Another factor to be considered is general intellectual ability and its relation to general expert competence. The question to be answered is whether expert competence is the result of a higher level of intellectual ability and/or of a better organised knowledge. Other factors to be regarded are motivation, the use of strategies, as well as the type of instruction received. The abovementioned factors are analysed in individuals considered to be at an initial stage of development of expert competence, i.e. a group of undergraduate students in the late years of their degree in Psychopedagogy. The analysis involves processes and results of the acquisition of complex learning, within a specific domain of contents, and in a real learning atmosphere, with relation to a subject belonging to such domain. The method employed combines different methodological orientations, ranging from qualitative procedures to powerful statistical techniques, such as models of covariance structures.